

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Tuotantotalouden osasto

MARKO NYBY

RATAKAPASITEETIN JAKAMISEN TIETOJÄRJESTELMÄT

Diplomityö

Prof. Jorma Mäntynen on hyväksytty
tarkastajaksi osastoneuvoston
kokouksessa 9.2.2005.

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Tuotantotalouden osasto, Liikenne- ja kuljetustekniikka

NYBY, MARKO: RATAKAPASITEETIN JAKAMISEN TIETOJÄRJESTELMÄT

Diplomityö: 141 sivua, 4 liitettä (24 liitesivua)

Tarkastaja: professori Jorma Mäntynen

Rahoittaja: Ratahallintokeskus

Syyskuu 2005

Hakusanat: ratakapasiteetti, tietojärjestelmät, tietojärjestelmien vertailu

TIIVISTELMÄ

Rautatietoimiala on Suomessa ja Euroopan unionissa keskellä suurta muutosta. Eräs keskeisistä muutoksista Suomen kannalta on EU-lainsäädännön mukaisesti vuoden 2007 alusta avattava kilpailu rautateiden kotimaisessa tavaraliikenteessä. Ratahallintokeskuksen viranomaistehtäviin kuuluu ratakapasiteetin jakaminen ja aikataulutarpeiden yhteensovittaminen. Näitä tehtäviä varten tarvitaan tietojärjestelmä, jota voidaan käyttää myös muihin aikataulusuunnittelutehtäviin. Työn keskeinen tavoite on tunnistaa ja arvioida ratakapasiteetin jakamiseen soveltuvia eurooppalaisia tietojärjestelmiä.

Työn teoriaosassa kuvataan aluksi ratakapasiteetin käsitettä ja sitä, millaisia vaatimuksia lainsäädäntö ja järjestelmän tulevat käyttäjät asettavat järjestelmälle. Työssä kuvataan myös, mitä tekijöitä tietojärjestelmien hankinnassa tulee ottaa huomioon ja mitä ratakapasiteetin hallintaan liittyviä tietojärjestelmiä Ratahallintokeskuksessa ja VR Osakeyhtiössä tällä hetkellä käytetään. Työn teoriaosan pohjalta laadittiin järjestelmän vaatimusmäärittely. Työn empiriaosassa kuvataan kolmesta aikataulusuunnitteluun ratakapasiteetin jakamiseen ja yhteensovittamiseen soveltuvaa tietojärjestelmää, joista seitsemään syvennyttään tarkemmin. Tarkemmin kuvatut järjestelmät analysoidaan kahdella kvalitatiivisella ja yhdellä kvantitatiivisella arviointimenetelmällä.

Tämän työn tulosten perusteella voidaan todeta kolmen järjestelmän olevan kokonaisuutena muita ehdokkaita parempia. Kaikilla kolmella järjestelmällä on useita eurooppalaisia asiakkaita ja ne ovat moduulirakenteisia, joten niiden toiminnallisuutta voidaan laajentaa tarvittaessa. Kaikkiin tarpeisiin ja vaatimuksiin vastaavaa järjestelmää ei työn perusteella löydetty. Julkisen sektorin hankintalainsäädännöstä seuraa, että järjestelmien hankinnassa käytettävien arviointiperusteiden ja niiden pisteytysten on oltava julkisia, mikä tarkoittanee erillisen tarjouskilpailun järjestämistä tämän työn jälkeen. Työtä tulisi jatkaa siten, että tässä työssä parhaiksi arvioituja kolmea järjestelmää koekäytetään Ratahallintokeskuksessa. Koekäytön ja mahdollisen tarjouskilpailun perusteella voidaan myöhemmin tehdä hyvin perusteltu järjestelmävalinta.

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Industrial Engineering and Management, Transportation Engineering

NYBY, MARKO: INFORMATION SYSTEMS FOR ALLOCATING CAPACITY
ON RAILWAYS

Master of Science Thesis: 141 pages, 4 appendices (24 pages)

Supervisor: Professor Jorma Mäntynen

Funding: Finnish Rail Administration

September 2005

Keywords: capacity, capacity allocation, information systems, evaluation, selection

ABSTRACT

The railway sector both in Finland and in European Union is undergoing an extensive change. One of the most fundamental changes stemming from the EU legislation and the railway packages is the opening up of the domestic freight market to competition. This will take place in Finland in the beginning of 2007. Finnish Rail Administration is the Finnish infrastructure manager, which processes the capacity requests from railway undertakings. This process includes the allocation of network capacity. An information system, which can also be used for timetable planning, is needed for these tasks.

The study begins with a discussion on the concept of capacity. After this the requirements for the software, which stem from the legislation and the future users of the system, are discussed and defined. The study then proceeds to address the factors related to the acquisition of information systems and identify the relevant information systems currently used by Finnish Rail Administration and the dominant Finnish railway undertaking VR Limited. Seven suitable software packages currently in use in Europe are identified, described in more detail and finally evaluated using three different evaluation methods, of which two are quantitative and one qualitative.

This study indicates that no single system capable of responding to all the requirements can be found. We suggest that three information systems should be evaluated more thoroughly, which could be done by engaging in a formal bid-and-tendering process. All these systems are widely used in Europe and they are modular, which means that their functionality can be expanded if it is necessary. The evaluation process should be continued with the testing of these three systems in Finnish Rail Administration. The software packages should be tested thoroughly in practice in order to have a better understanding on how these solutions and their suppliers would perform in a real operational environment. After these phases the results of both testing and the formal bid-and-tendering process possibly arranged should be applied to enable a well-informed choice of both software and its vendor.

ESIPUHE

Rautatiesektorin avaaminen Euroopassa vaiheittain kilpailulle tarkoittaa suuria muutoksia etenkin manner-Euroopassa, mutta muutosprosessilla on vaikutuksensa myös Suomeen. Näistä muutoksista yksi on vuoden 2007 alusta kilpailulle avattava kotimainen tavaraliikenne, minkä yhteydessä Ratahallintokeskus ja VR Osakeyhtiö joutuvat miettimään keskinäiset roolinsa uudelleen. Ratahallintokeskuksessa luodaan parhaillaan menettelytapoja rautatieliikenteen kilpailun mahdollistamiseksi. Käsillä oleva työ liittyy keskeisesti siihen, miten hyvin Ratahallintokeskus pystyy jatkossa hallitsemaan tietopääomaansa ja suoriutumaan sille määräytyistä viranomastehtävistä. Työllä on siten suuri käytännön merkitys.

Työtä tukemaan muodostettiin ohjausryhmä, johon kuuluivat Miika Mäkitalo, Mikko Natunen, Marko Tuominen ja Teuvo Eronen Ratahallintokeskuksesta sekä Jari Paasikivi VR Osakeyhtiöstä. Työtä on käsitelty myös ratakapasiteetin hakemisen ja jakamisen käytäntöjä ja järjestelmäratkaisuja pohtivan Rauta-aika -työryhmän kokouksissa. Esitän erityiskiitoksen työryhmäläisten lisäksi muulle RHK:n liikennejärjestelmäosaston henkilöstölle sekä VR Osakeyhtiössä Juha Inkilälle. Haluan kiittää kaikkia muitakin työhön osallistuneita hyvistä haastatteluista ja kommentteista.

Diplomityön tekeminen on tarjonnut erinomaisen ja antoisan tilaisuuden sekä perehtyä rautatiesektoriin että soveltaa aiempaa kokemustani ja oppia lisää ohjelmistoliiketoiminnasta. Työ on edennyt valmiista aiheesta kohti lopullista raporttia pienellä kitkalla kuin kiskokulkuneuvo ikään, mikä on suureksi osaksi myös työssä mukana olleen työryhmän ansiota. Työn tekemiseen on mahtunut itsenäisen puurtamisen lisäksi myös monia mukavia hetkiä.

Työn tarkastajana toiminut professori Jorma Mäntynen antoi työn aikana arvokkaita kommentteja, jotka ohjasivat työtä oikeaan suuntaan. Kotijoukoissa erityiskiitos kuuluu avovaimolleni Outille hänen tuestaan ja kannustuksestaan projektin aikana.

Helsingissä 4.10.2005

Marko Nyby

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ESIPUHE

SISÄLLYSLUETTELO

KUVALUETTELO

TAULUKKOLUETTELO

MÄÄRITELMÄT, MERKINNÄT JA LYHENTEET

1	JOHDANTO	1
1.1	Tutkimuksen tausta	1
1.2	Tutkimuksen tavoitteet ja ongelmanasettelu	2
1.3	Rajaukset	2
1.4	Tutkimusote	3
1.5	Työn rakenne	5
2	RATAKAPASITEETIN JAKAMINEN JA SIIHEN LIITTYVÄ LAINSÄÄDÄNTÖ	7
2.1	Ratakapasiteetti	7
2.1.1	Ratakapasiteetin käsite ja siihen vaikuttavia tekijöitä	8
2.1.2	Aikataulu ja aikataulujärjestelmät	12
2.2	Ratakapasiteetin jakamisen lainsäädäntö	14
2.2.1	EU-lainsäädäntö	14
2.2.2	Suomen rautatielaki	15
2.3	Ratakapasiteetin jakaminen	16
2.3.1	Suomen rautatiesektorin toimijat ja niiden rooli	16
2.3.2	Ratakapasiteetin jakamisen nykytila	18
2.3.3	Ratakapasiteetin jakamisen vaatimukset ja tavoitteet	19
3	TIETOJÄRJESTELMÄT, NIIDEN HANKINTA JA KEHITYSTYÖ	21
3.1	Tietojärjestelmät sekä niiden mahdollisuudet ja haasteet	21
3.2	Tietojärjestelmäsuunnitteluun liittyviä tekijöitä	24
3.2.1	RHK:n IT-strategia ja tietotekniikka-arkkitehtuuri	24
3.2.2	Tietojärjestelmien suhde liiketoimintaan	29
3.2.3	Tietojärjestelmien hankinnan erityisvaatimukset	30
3.3	Tietojärjestelmien kehittämis- ja hankintamenetelmiä	31
3.3.1	Kaupalliset valmisohjelmistot ja niiden erityispiirteet	32
3.3.2	Avoimen lähdekoodin ohjelmistot	34
3.3.3	Ulkoistaminen	35
3.4	Joitakin tietojärjestelmien hankintamalleja	36
3.5	Järjestelmän kustannukset ja hyödyt	38
3.6	Järjestelmän riskianalyysi ja riskeihin varautuminen	43
3.7	Nykyiset ratakapasiteettiin liittyvät tietojärjestelmät	46

3.7.1	AIKS	46
3.7.2	KULTSU ja KULTU	48
3.7.3	ETJ	49
3.7.4	HELKA, TAIKA ja muut kauko-ohjausjärjestelmät	50
3.7.5	JUSE ja MIKU	51
4	JÄRJESTELMÄN TARVE- JA VAATIMUSMÄÄRITTELY	53
4.1	Järjestelmähankkeen tausta	53
4.2	Vaatimusmäärittely	54
5	EHDOKASOHJELMISTOJEN KUVAUS	56
5.1	DB Systems: RUT-K	57
5.2	HaCon: TPS (STRAX/TPS)	64
5.3	iRFP: FBS	74
5.4	RMCon: RailSys	81
5.5	Siemens: ROMAN	91
5.6	SMA & Partner: Viriato	102
5.7	Vossloh: TrainPlan	110
5.8	Muita ohjelmistoja	118
5.8.1	Alcatel / ARAMIS	118
5.8.2	EPFL / CAPRES	119
5.8.3	Fraunhofer FIRST / SIMONE	119
5.8.4	MultiModal / Freight Edition, Passenger Edition	120
5.8.5	STRATEC / RAILCAP, MACRO RAILCAP	120
5.8.6	TranSoft / CONTACT, COCOS, CONTACT-M	120
6	EHDOKASOHJELMISTOJEN ARVIOINTI	122
6.1	Valittujen arviointimenetelmien kuvaus	122
6.1.1	Arviointikehikko 1: Isot asiakokonaisuudet	123
6.1.2	Arviointikehikko 2: Parivertailu	125
6.1.3	Arviointikehikko 3: Painotettu vaatimuslistaus	125
6.2	Arvioinnin tulokset	127
6.2.1	Arviointikehikko 1: Isot asiakokonaisuudet	127
6.2.2	Arviointikehikko 2: Parivertailu	128
6.2.3	Arviointikehikko 3: Painotettu vaatimuslistaus	129
6.3	Yhteenvedo arvioinneista	130
7	PÄÄTELMÄT	131
7.1	Tulokset ja johtopäätökset	131
7.2	Toimenpidesuositukset	132
7.3	Työn arviointi	133
7.4	Jatkotutkimusaiheita	134
	LÄHTEET	135

LIITTEET (4 kpl)

1. Eurooppalaisille ratahallinnoille lähetetty kyselykaavake
2. Järjestelmämuistioita laadittaessa käytetty dokumentti
3. Arviointikehikko 3: Painotettu ominaisuuslistaus
4. Arviointikehikon 3 yksityiskohtaiset tulokset

KUVALUETTELO

Kuva 1. Tutkimusotteiden luokittelu (Järvinen & Järvinen 2000, 9).	3
Kuva 2. Vaihtoehtoisia tapoja toteuttaa innovaatio (Järvinen & Järvinen 2004, 108).	4
Kuva 3. Ratakapasiteetin osatekijät (Mäkitalo 2000, 13).	8
Kuva 4. Infrastruktuurin, liikenteen ja asiakkaan yhteys (Pellandini 2001).	12
Kuva 5. RHK:n yritysarkkitehtuuri (Eronen 2005c, 1).	27
Kuva 6. RHK:n palveluarkkitehtuuri (Eronen 2005c, 2).	28
Kuva 7. Liikennetietokanta ja siihen liittyvät järjestelmät.	29
Kuva 8. Tietojärjestelmien ja liiketoimintaprosessien samanaikainen kehittäminen (perustuu lähteeseen Ruohonen & Salmela 1999).	29
Kuva 9. Suurten hankintojen prosessi (perustuu lähteeseen Bannister 2004, 275).	36
Kuva 10. Tietojärjestelmän hankintaprosessi (perustuu lähteeseen TTL 2002, 7).	37
Kuva 11. RUT-K:n graafinen aikataulunäkymä (Anon. 2004).	61
Kuva 12. TPS:n järjestelmäarkkitehtuuri (Kaas & Goosmann 2004).	65
Kuva 13. RailSysin moduulirakenne (Anon. 2005j).	82
Kuva 14. Siemens/ROMAN:n moduulirakenne kesäkuussa 2005 (Anon. 2005l).	92
Kuva 15. Ordering-moduulin ratakapasiteettihakemusprosessi (Anon. 2005l).	94

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. Toimenpiteitä ratakapasiteetin lisäämiseksi (Kaas 1998, Mäkitalo 2000, Mäkelä et al. 2002, Salonen 2005b, Stallybrass & Albrecht 2005).	10
Taulukko 2. Tietojärjestelmiin liittyviä mahdollisuuksia (Shapiro & Varian 1998, Turban et al. 2001, Nyby 2002a, Bannister 2004, Eronen 2005a).	22
Taulukko 3. Tietojärjestelmiin liittyviä haasteita (Turban et al. 2001, Nyby 2002a, Bannister 2004).	23
Taulukko 4. Ulkoistamisen hyödyt ja riskit (Sääksjärvi 1998, Turban et al. 2001).	35
Taulukko 5. Uudesta järjestelmästä aiheutuvia kustannuksia.	38
Taulukko 6. Uudesta järjestelmästä saatavia hyötyjä.	41
Taulukko 7. RUT-K -järjestelmän vahvuudet ja heikkoudet.	63
Taulukko 8. TPS-järjestelmän vahvuudet ja heikkoudet.	73
Taulukko 9. FBS-järjestelmän vahvuudet ja heikkoudet.	80
Taulukko 10. RailSys-järjestelmän vahvuudet ja heikkoudet.	90
Taulukko 11. ROMAN-järjestelmän vahvuudet ja heikkoudet.	101
Taulukko 12. Viriato-järjestelmän vahvuudet ja heikkoudet.	108
Taulukko 13. TrainPlan -järjestelmän vahvuudet ja heikkoudet.	117
Taulukko 14. Isojen asiakokonaisuuksien vertailu.	127
Taulukko 15. Parivertailun tulokset.	128
Taulukko 16. Arviointikehikko 3:n tulokset erilaisilla painokertoimilla.	129
Taulukko 17. Ominaisuuksien jakautuminen luokkiin.	VII
Taulukko 18. Arviointikehikko 3:n yksityiskohtaiset tulokset.	XXIII
Taulukko 19. Herkkyysanalyysin tulos.	XXIV

MÄÄRITELMÄT, MERKINNÄT JA LYHENTEET

Aikataulu kuvaa junan tai junien aikaan sidottua kulkusuunnitelmaa rataverkolla. Aikataululla voidaan tarkoittaa yhden junan matkasuunnitelmaa tai kokonaista junien matkasuunnitelmista muodostuvaa järjestelmää. (Mäkelä et al. 2002, 26; Mäkitalo 2003)

Liikennöinti tarkoittaa rautatieliikenteen harjoittajan tai radanpitoon kuuluviin töihin tai niihin liittyviin toimintoihin kuuluvaa liikennöintiä raidekulkuneuvoilla rataverkolla sekä muuta rataverkon raidealueelle ulottuvaa liikennettä, ei kuitenkaan tieliikennelain (L 267/1981) mukaista tieliikennettä tasoristeyksessä. (L 198/2003)

Liikenteenohjaus on myönnetyn ratakapasiteetin jaon toteuttamista sekä rataverkon liikennöinnin ohjaamista ja hallintaa yksittäisillä rautatiereiteillä ja rataverkon liikennepaikkojen raiteistoilla käytettävissä olevien liikenteenohjausjärjestelmien ja rataverkolla liikennöintiä koskevien säännösten ja määräysten mukaisesti. Junaturvallisuuden yhteydessä termi tarkoittaa mm. kulkuteiden turvaamista. (L 198/2003, RHK 2005d)

Radanpito on radan ja siihen kuuluvien rakenteiden, rakennelmien ja laitteiden sekä radanpidon tarvitseman kiinteän omaisuuden rakentamista ja ylläpitoa (L 198/2003)

Ratakapasiteetti on rataverkon ominaisuuksista johtuva aikaan sidottu rautatiereitin junaliikenteen välityskyky, ei kuitenkaan radanpitoon välittömästi liittyvää junaliikenne. Ratakapasiteetin käyttöoikeuden myöntämistä nimitetään ratakapasiteetin jakamiseksi. (L 198/2003, Mäkitalo 2003)

Ratakapasiteetin hakija tarkoittaa rautatieyritystä ja rautatieyritysten kansainvälistä yhteenliittymää. (L 198/2003)

Ratakapasiteetin käyttö tarkoittaa rataosalla tapahtuvaa tai sinne suunniteltua liikennettä eli tietylle junalle osoitettua, aikaan ja paikkaan sidottua rataosuuden käyttöoikeutta. Tämän käyttöoikeuden myöntämistä nimitetään *ratakapasiteetin jakamiseksi*, mikä on Suomessa annettu Ratahallintokeskuksen tehtäväksi. (Mäkitalo 2003, RHK 2004a) Ks. myös *ylikuormitettu ratakapasiteetti*.

Rataverkko tarkoittaa Ratahallintokeskuksen hallinnassa olevaa valtion rataverkkoa. (L 198/2003)

Rautatieliikenteen harjoittaminen tarkoittaa rautatieyrityksen ja museoliikenteen harjoittajan liikennettä rataverkolla. (L 198/2003)

Rautatieyrittäjä on yksityisoikeudellinen yhtiö tai muu yhteisö, joka Euroopan talous-alueella myönnetyn asianomaisen toimiluvan nojalla päätoimenaan harjoittaa rautatieliikennettä ja jolla on hallinnassaan liikenteen harjoittamiseen tarvittavaa liikkuvaa kalustoa; myös yksinomaan vetovoimapalveluja tarjoava yhteisö. (L 198/2003)

Tietojärjestelmä koostuu ihmisistä, tietojenkäsittelylaitteistoista, tiedonsiirtolaitteista ja ohjelmistoista. Tietojärjestelmä kerää, prosessoi, varastoi, analysoi ja levittää tietoa ja sen tarkoitus on tehostaa tai helpottaa jotakin toimintaa tai tehdä toiminta mahdolliseksi. (Turban et al. 2001, Nyby 2002a, TTL 2004)

AEIF	Association Européenne pour l'Intéropérabilité Ferroviaire (luku 5.7)
AIKS	VRO:n aikataulusuunnittelun atk-järjestelmä (luku 3.7.1)
COTS	Commercial-Off-The-Shelf (software) (luku 3.3)
DB	Die Deutsche Bahn AG (luku 5.1)
ESKO	Etelä-Suomen kauko-ohjaus(järjestelmä) (luku 3.7.4)
ETJ	Ennakoilmoitusjärjestelmä; aiemmin ennakkotietojärjestelmä (luku 3.7.3)
EU	Euroopan Unioni
EY	Euroopan Yhteisöt
FBS	FahrplanBearbeitungsSystem (luku 5.3)
HaCon	Hannover Consultants (luku 5.2)
HELKA	Helsingin kauko-ohjausjärjestelmä (luku 3.7)
ICT	Information and Communications Technology (luku 3)
IM	Infrastructure Manager (luku 2.2.2)
iRFP	Institut für Regional- und Fernverkehrsplanung (luku 5.3)
IT	Information Technology (luku 3)

JUKU	Junien kulkutieto (luku 3.7.5)
JUSE	Junien seurantajärjestelmä (luku 3.7.5)
KULTU	VRO:n kuljetustuotannon ohjausjärjestelmä (luku 3.7.2)
KULTSU	VRO:n kuljetustuotannon suunnittelujärjestelmä (luku 3.7.2)
LVM	Liikenne- ja viestintäministeriö
MIKU	Matkustajainformaatio- ja kuulutusjärjestelmä (luku 3.7.5)
OSS	1. One-Stop Shop (rautatietoimiala) 2. Open Source Software (ohjelmistotekniikka) (luku 3.3)
railML	Railway Markup Language (luku 3.3.1)
RFF	Réseau Ferré de France (luku 5.5)
RKHJ	Ratakapasiteetin hallintajärjestelmä (luku 1.1)
RMCon	Rail Management Consultants (luku 5.4)
RNE	RailNet Europe (luku 3.4)
ROMAN	ROute MANagement (luku 5.5)
RU	Railway Undertaking (luku 2.2.2)
RUT-K	Rechnerunterstütztes Trassenmanagement-Konstruktion (luku 5.1)
Sn	Suurin nopeus (luku 5.1)
TAIKA	Tampereen kauko-ohjausjärjestelmä (luku 3.7.4)
TPS	Timetable Planning System (luku 5.2)
TSI	Technical Specifications for Interoperability (luku 5.7)
XML	eXtensible Markup Language (luku 3.3.1)

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta

Rautatietoimiala on Suomessa ja Euroopan unionissa keskellä suurta muutosta. Euroopan komission hyväksymässä liikenteen valkoisessa kirjassa (EU 2001a) esitetään kuutisenkymmentä toimenpidettä, joilla pyritään luomaan nykyistä tasapainoisempi liikennejärjestelmä (EU 2001b). Tasapainon saavuttaminen edellyttää rautatieliikenteen elvyttämistä, meri- ja sisävesiliikenteen edistämistä, ilmaliikenteen kasvun hallintaa sekä tieliikenteen laadun parantamista tiukentamalla seuraamuksia ja valvontaa (EU 2001b).

Rautatieliikenteen markkinaosuus EU-alueen tavaraliikenteessä on laskenut vuoden 1970 21 prosentista 8,4 prosenttiin vuonna 1998 (EU 2001a). EU:ssa on katsottu, että rautatieliikenteen elvyttämiseksi kansainväliset ja kansalliset rataverkot on avattava kilpailulle ja markkinoillepääsyn esteet poistettava (EU 2001b). Suomea koskeva merkittävin muutos on tässä vaiheessa kansallisen tavaraliikenteen avaaminen kilpailulle. Yksi keskeisistä edellytyksistä toimivalle kilpailulle on ratakapasiteetin ja radan käyttöön liittyvien palvelujen oikeudenmukainen jako. Suomessa ratakapasiteetin jako on määritelty Ratahallintokeskuksen (RHK) tehtäväksi rautatielain 198/2003 4. luvussa.

RHK:n liikennejärjestelmäosasto on hankkimassa ratakapasiteetin jakamista ja aikataulutarpeiden yhteensovittamista varten uutta tietojärjestelmää¹ eurooppalaiselta toimitajalta. Hankittava tietojärjestelmä on jatkossa keskeisessä roolissa RHK:n liikennejärjestelmäosaston toiminnassa. VR Osakeyhtiö (VRO) on uusimassa samaan aikaan aikataulusuunnittelujärjestelmiään. Tämän vuoksi VRO:n kanssa tehdään tutkimuksen aikana aktiivisesti yhteistyötä, vaikka kumpikin organisaatio tekeekin omat päätöksensä järjestelmähankinnoistaan.

¹ RHK:n IT-strategiassa (Eronen 2005a, 7) työn aiheena olevaa järjestelmää kutsutaan nimellä ratakapasiteetin hallintajärjestelmä, josta käytetään tässä työssä lyhennettä RKHJ. Ratakapasiteetin hallintajärjestelmä tarkoittaa tässä työssä samaa kuin ratakapasiteetin jakamis- ja yhteensovittamisjärjestelmä.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja ongelmanasettelu

Tässä työssä pohditaan, millaisia vaatimuksia suomalainen toimintaympäristö asettaa ratakapasiteetin hallintajärjestelmälle. Työssä kuvataan ja arvioidaan keskeiset Euroopassa käytössä olevat ratakapasiteetin jakamiseen soveltuvat valmisohjelmistot.

Työn ensimmäinen tavoite on tunnistaa eurooppalaisia valmisohjelmistoja, joita käytetään ratakapasiteetin jakamiseen ja ratakapasiteettihakemusten yhteensovittamiseen. Työn keskeisenä tavoitteena on arvioida, miten hyvin nämä ohjelmistot soveltuvat Suomeen sekä antaa suosituksia jatkotoimenpiteiksi. Työn kolmantena tavoitteena on pohtia, mitä lainsäädännössä määritelty ratakapasiteetin jakamis- ja yhteensovittamisprosessi merkitsee tietojärjestelmien kannalta.

Tutkimuksen tavoitteista voidaan johtaa seuraavat tutkimuskysymykset:

1. Millaisia vaatimuksia ratakapasiteetin jakamis- ja yhteensovittamisprosessi asettaa uudelle tietojärjestelmälle?
2. Millaisia tähän prosessiin soveltuvia valmisohjelmistoja on olemassa?
3. Miten Euroopassa käytössä olevat ratakapasiteetin jakamis- ja yhteensovittamisvalmisohjelmistot sopivat Suomen tarpeisiin?
4. Löydetäänkö eurooppalaisista valmisohjelmistoista yksi järjestelmä tai useampia järjestelmiä, jonka/joiden katsotaan sopivan RHK:n tarpeisiin?

Työn aikana otetaan huomioon RHK:n IT-strategian vaatimukset ja seurataan RHK:n tietohallinnon kehittämishankkeita. Näitä hankkeita ovat mm. ratatietokantahanke² (ns. Digirail-hanke) ja liikenteenohjausta koskeva Etelä-Suomen kauko-ohjausjärjestelmän uusiminen (ESKO-hanke). Työtä ei sidota muiden hankkeiden aikatauluihin, mutta järjestelmiä arvioitaessa otetaan huomioon, miten sujuvasti kyseinen järjestelmä voidaan integroida muihin uusiin järjestelmiin.

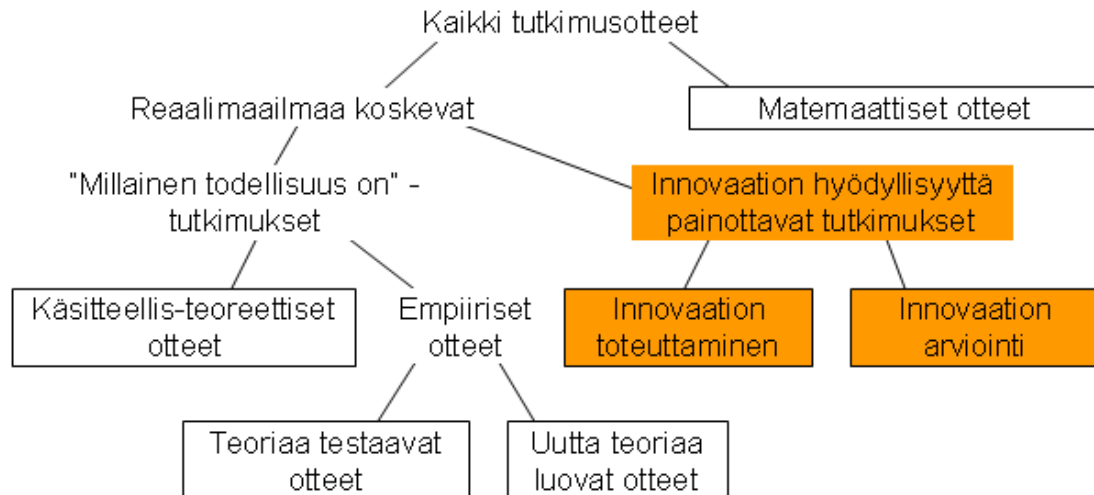
1.3 Rajaukset

Työn ulkopuolelle rajataan projektin seuraavien vaiheiden eli hankinta- ja käyttöönottoprosessien kuvaus, koska työn keskeinen tavoite on arvioida, miten saatavilla olevat tietojärjestelmäratkaisut soveltuvat Suomeen. Työn aikana järjestelmiä ei arvioida koekäytön perusteella järjestelmän opetteluun ja hyvin suoritettuun testaukseen kuluvaan ajan vuoksi, vaan koekäyttö jätetään järjestelmien tulevien käyttäjien tehtäväksi.

² Termejä ”ratatieto”, ”infrastruktuuritieto”, ”infratieto” ja ”infradata” käytetään tässä työssä toistensa synonyymeinä toiston vähentämiseksi.

1.4 Tutkimusote

Tutkimuskysymykset ovat liikenneaiheestaan huolimatta lähellä tietojärjestelmätieteen ongelmakenttää. Tämän vuoksi työssä sovelletaan kuvan 1 mukaista tietojärjestelmätieteen tutkimusotetta. Työssä käytetyt elementit on korostettu oranssilla värillä.



Kuva 1. Tutkimusotteiden luokittelu (Järvinen & Järvinen 2000, 9).

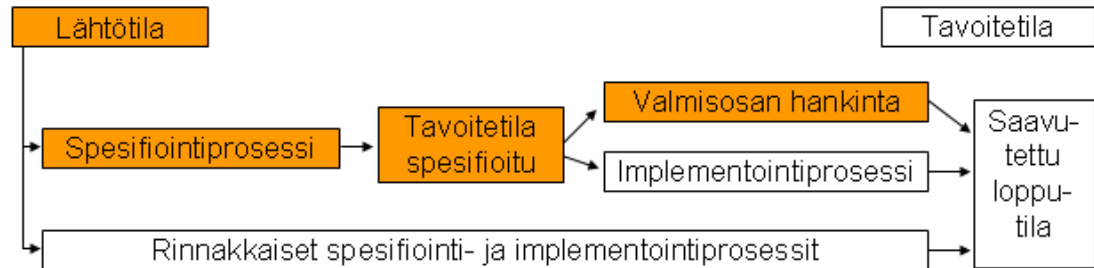
Työssä määritellään vaatimukset tietojärjestelmälle tarpeiden perusteella ja arvioidaan tämän jälkeen useiden valmiiden järjestelmäratkaisujen keskinäistä paremmuutta. Yllä olevan kuvan luokittelussa työ kuuluu innovaation³ hyödyllisyyttä painottaviin tutkimuksiin.

Innovaatioiden toteuttamista ja arviointia koskevat tutkimukset ovat *konstruktivisia tutkimuksia*, joille on luonteenomaista perustutkimuksen tulosten soveltaminen, normatiivisuus - miten asioiden tulisi olla (ought to be) - ja uuden todellisuuden rakentaminen olemassa olevan tiedon pohjalta (Järvinen & Järvinen 2000, 102-103). Suunnittelutieteellisen⁴ tutkimuksen metodeilla yritetään vastata kysymyksiin kuten voidaanko innovaatio rakentaa, millainen sen tulisi olla, miten se tulisi rakentaa ja kuinka hyödyllinen se on (Järvinen & Järvinen 2004, 103).

³ Järvisen ja Järvisen (2000, 102) mukaan innovaatio on "ihmisen tai ihmiskollektiivin tavoittelema uudistus, jonka toivotaan tuottavan käyttäjälleen hyötyä". Määritelmä kattaa teknisten ratkaisujen lisäksi myös sosiaaliset ja tiedolliset innovaatiot.

⁴ Järvisen ja Järvisen oppaan uudemmassa painoksessa (2004, 103) annetaan konstruktiviselle tutkimukselle synonyymit suunnittelutieteellinen tutkimus ja suunnittelutiede. Näitä käytetään myös tässä työssä.

Tämän työn eräs tavoite on määritellä, mitä ratakapasiteetin jakamis- ja yhteensovittamisprosessin tavoitetila tarkoittaa tietojärjestelmien kannalta. Lähtötilasta voidaan pyrkiä tavoitetilaan ainakin kolmea reittiä pitkin kuvan 2 mukaisesti. Työssä valittu tapa ja työn rajausta on korostettu kuvaan oranssilla värillä.



Kuva 2. Vaihtoehtoisia tapoja toteuttaa innovaatio (Järvinen & Järvinen 2004, 108).

Innovaation toteutukseen liittyvissä tutkimuksissa keskeistä on tavoitetilan spesifioimisen lisäksi sen tekninen toteuttaminen eli implementointi⁵, jolloin kuvataan joko implementointiprosessi tai valmisosan hankinta. Suunnittelutieteessä esitetään joskus vain suunnitelma tavoitetilaan pääsemiseksi. Tällöin suositetaan, että suunnitelma tulevista toteutustoimenpiteistä olisi niin jäsentynyt ja yksityiskohtainen, että sen perusteella voidaan olla varmoja siitä, miten suunnitelma tultaisiin toteuttamaan. (Järvinen & Järvinen 2004, 108)

Järvinen ja Järvinen (2004, 111) määrittelevät valmisosan hankintaprosessin vaiheiksi kandidaattien selvittämisen, niiden vertailun, hankintapäätöksen, toimituksen ja hyväksymistestin. Työn rajauksen mukaisesti sen ydinosa on hankintaprosessin kaksi ensimmäistä vaihetta. Järvinen ja Järvinen (2004, 111) toteavat, että valmisosan hankintaprosessin kuvauksesta tuskin voi saada kovin suurta tieteellistä meriittiä. Työssä hyväksytään tämä tosiasia. Työllä on kuitenkin hyvin suuri käytännön merkitys, koska työ varmistaa omalta osaltaan rautatieliikenteen toiminnan myös usean liikennöitsijän tilanteissa.

Tutkimusaineistona käytettiin kirjallisuuden, tieteellisten artikkelien ja lehtiartikkelien lisäksi RHK:n, LVM:n ja muiden toimijoiden julkaisuja ja raportteja. Aineistoa kerättiin myös suorittamalla avoimia haastatteluja⁶ RHK:ssa ja VR Osakeyhtiössä. Kaikki haas-

⁵ Tässä yhteydessä implementointi tarkoittaa ohjelmiston tai laitteiston saamista tuotantokäyttöön ja kaikkia siihen liittyviä prosesseja (Anon. 2005a). Implementointi-termiä käytetään eri merkityksessä mm. EU-lainsäädännön kansallisen toimeenpanon yhteydessä.

⁶ Haastattelu on eräänlaista keskustelua, joka tapahtuu tutkijan aloitteesta, on hänen johdattalemaansa ja jonka tarkoitus on saada selville, mitä jollakulla on mielessään (Eskola & Suoranta 1998, 85). Eskolan ja Suorannan (1998, 86) esittämistä neljästä haastattelutekniikasta työssä käytettiin avointa haastattelua. Keskeinen ero avoimen ja teemahaastattelun välillä on, että teemahaastattelussa kaikkien haastateltavien kanssa käsitellään samat teema-alueet. Tämä ei ollut tässä työssä tarkoituksenmukaista, koska haastateltavat ovat eri alojen asiantuntijoita.

tattelut nauhoitettiin ja niistä laadittiin muistio. Haastattelut kestivät 30-90 minuuttia ja ne suoritettiin joko tekijän tai haastateltavan työhuoneessa virka-aikana. Järjestelmien osalta keskeisenä aineistona on käytetty järjestelmätoimittajien esittelytilaisuuksia ja esitemateriaalia sekä tekijän näiden pohjalta kirjoittamia muistioita. Saatua aineistoa käsiteltiin luvussa 6.1 tarkemmin kuvatuilla kahdella kvalitatiivisella ja yhdellä kvantitatiivisella menetelmällä.

Aineistoa kerättiin useista lähteistä ja sitä käsiteltiin eri menetelmillä, jotta tutkimuksen tulokset olisivat mahdollisimman kokonaisvaltaisia ja luotettavia. Tällaista lähestymistapaa kutsutaan triangulaatioksi⁷. Triangulaation käyttöä perustellaan sillä, että yksittäisellä tutkimusmenetelmällä on vaikea saada kattavaa kuvaa tutkimuskohteesta (Eskola & Suoranta 1998, 68). Eisenhardtin (1989, 538) mukaan triangulaatio tukee tutkimuksessa esitettyjä hypoteeseja paremmin kuin vain yksittäisen metodin käyttö.

1.5 Työn rakenne

Luvussa 2 kuvataan aluksi ratakapasiteetin käsite. Lisäksi esitetään EU:n ja Suomen lainsäädännön vaatimukset hallinnolliselle prosessille, jolla jaetaan ratakapasiteettia. Luvun lopuksi kuvataan ratakapasiteetin jakoprosessin nykytila ja lainsäädännössä määritellyistä tavoitteilasta sekä luvussa kuvatuista muista tarpeista tietojärjestelmälle johdettavia vaatimuksia.

Luvussa 3 käsitellään tietojärjestelmiä sekä niiden hankintaprosessimalleja ja arviointimenetelmiä. Luvussa suhteutetaan hankittava tietojärjestelmä RHK:n IT-strategiaan ja yritysarkkitehtuuriin. Luvussa esitetään myös arvio hankittavasta järjestelmästä aiheutuvista kustannuksista ja siitä saatavista hyödyistä sekä käsitellään RHK:ssa ja VRO:ssa käytettäviä, aikataulusuunnitteluun liittyviä tietojärjestelmiä.

Luvussa 4 kuvataan järjestelmän käyttäjien tarpeet. Näistä sekä aiemmissa luvuissa esitetyistä tarpeista johdetaan vaatimusmäärittely.

Luvussa 5 kuvataan Euroopassa käytössä olevia valmisohjelmistoja. Näistä ohjelmitoista valittiin lähempään tarkasteluun seitsemän järjestelmää, jotka soveltuvat Suomeen aiemmissa luvuissa kuvattujen tarpeiden, toiminnallisuuden ja toimittajakriteerien perusteella. Lisäksi esitellään kuusi muuta järjestelmää, joiden ei katsottu soveltuvan RHK:n tarpeisiin.

⁷ Triangulaatiolla tarkoitetaan erilaisten aineistojen, teorioiden ja/tai menetelmien käyttöä samassa tutkimuksessa (Eskola & Suoranta 1998, 68).

Luvussa 6 esitellään työssä kehitetyt tai sovelletut arviointikehikot ja analysoidaan niiden avulla lähempään tarkasteluun valitut tietojärjestelmät. Luku sisältää työn keskeiset tulokset.

Luku 7 sisältää johtopäätökset, suosituksia jatkotoimenpiteiksi, työn arvioinnin sekä jatkotutkimusaiheita.

2 RATAKAPASITEETIN JAKAMINEN JA SIIHEN LIITTYVÄ LAINSÄÄDÄNTÖ

Tässä luvussa kuvataan aluksi ratakapasiteetin käsite, koska ratakapasiteettia ei voida määrittää yhtä yksikäsitteisesti kuin muiden kuljetusmuotojen kapasiteettia siihen liittyvien useiden muuttujien vuoksi. Työn tarkoitus ei kuitenkaan ole paneutua syvällisesti ratakapasiteetin määrittämiseen ja mittaamiseen. Hankittava tietojärjestelmä voi kuitenkin tehostaa ratakapasiteetin käyttöä.

Luvussa esitetään myös EU:n ja Suomen lainsäädännön vaatimukset hallinnolliselle prosessille, jolla ratakapasiteettia jaetaan. Luvun kolmannessa osassa esitellään ratakapasiteettiin liittyvät toimijat sekä kuvataan ratakapasiteetin jakoprosessin nykytila ja jatkossa prosessille ja siten uudelle järjestelmälle asetettavat vaatimukset ja tavoitteet.

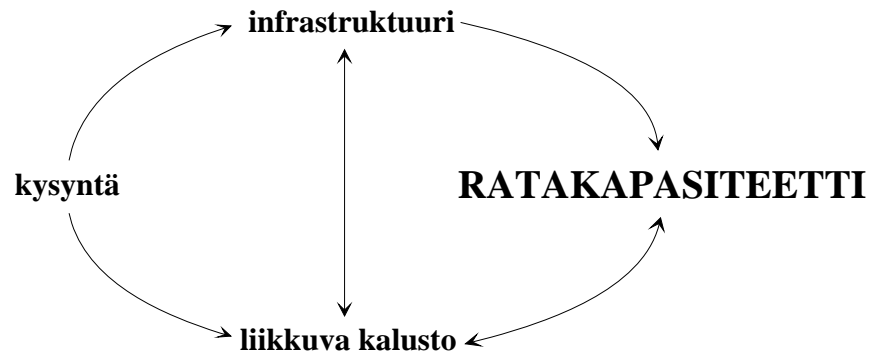
2.1 Ratakapasiteetti

Ratakapasiteetti eroaa muiden kuljetusmuotojen kuten maantie- tai putkikuljetusten kapasiteetista monin tavoin. Tieverkolla on usein tarjolla vaihtoehtoisia reittejä, joten monia tieosuuksia voidaan sulkea tai niiden käyttöä rajoittaa vaikkapa kunnossapitotarpeiden vuoksi varsin helposti. Rataverkolla yhden rataosuuden sulkeminen tai käyttörajoitukset voivat heijastua suurelle alueelle. Suomessa vaihtoehtoisia reittejä on vain vähän ja niiden ratakapasiteetti on usein normaalireitillä pienempi mm. alhaisempien akselipainojen sekä sähköistyksen ja suojustuksen puutteen vuoksi. Yli 90 % Suomen rataverkosta on yksiraiteista (RHK 2005a), joten junien myöhästyminen vaikuttaa usein liikenteenhoitoon ja lisää liikenteenohjauksen työtä. Poikkeusreittejä käytettäessä liikennöitsijä joutuu usein järjestelemään myös kalustokiertoja sekä henkilöstön sijoitukseensa uudelleen.

Putkikuljetuksissa voidaan helposti laskea putken maksimikapasiteetti, kun tiedetään yhteen suuntaan virtaavan tasalaatuisen materiaalin maksimivirtausnopeus ja putken poikkipinta-ala. Junat taas liikkuvat yksiraiteisella rataosuudella lyhyin väliajoin sekä eri nopeuksilla että molempiin suuntiin. Kaksiraiteisella rataosalla eri suuntiin kulkevat junat käyttävät yleensä omia raiteitaan, mutta junien matkanopeus voi vaihdella välillä 60-220 km/h (Paasikivi 2005b). Ratakapasiteettiin liittyykin suuri joukko muuttujia, joiden ansiosta rataverkon⁸ tai edes yksittäisen rataosan ratakapasiteettia on usein vaikea määrittää tarkasti. Seuraavassa tarkastellaan lyhyesti ratakapasiteetin käsitettä.

⁸ Rataverkolla tarkoitetaan tässä työssä rautatielain L 198/2003 mukaisesti Ratahallintokeskuksen hallinnassa olevaa valtion rataverkkoa.

Ratakapasiteetti tarkoittaa rautatielain mukaan rataverkon ominaisuuksista johtuvaa aikaan sidottua rautatiereitin junaliikenteen välityskykyä⁹, ei kuitenkaan radanpitoon välittömästi liittyvää junaliikennettä. Ratakapasiteetti muodostuu siitä liikenteenvälityskyvystä, joka jää jäljelle radanpidon jälkeen. Todellisuudessa radanpito ja siihen liittyvä liikenne tietenkin käyttää ratakapasiteettia. Ratakapasiteetti liittyy aina tiettyyn rataosaan ja se muodostuu infrastruktuurista, liikkuvasta kalustosta ja niiden yhteensovittamisesta kuvan 3 mukaisesti. (L 198/2003, Mäkitalo 2000, Mäkitalo 2003, Paasikivi 2005b)



Kuva 3. Ratakapasiteetin osatekijät (Mäkitalo 2000, 13).

Ratakapasiteetin käyttö tarkoittaa rataosalla tapahtuvaa tai sinne suunniteltua liikennettä eli tietylle junalle tai ratatyölle osoitettua, aikaan ja paikkaan sidottua rataosuuden käyttöoikeutta. Tämän käyttöoikeuden myöntämistä nimitetään *ratakapasiteetin jakamiseksi*, mikä on Suomessa annettu Ratahallintokeskuksen tehtäväksi. (Mäkitalo 2003, RHK 2004a, Paasikivi 2005b)

2.1.1 Ratakapasiteetin käsite ja siihen vaikuttavia tekijöitä

Ratakapasiteettia voidaan mitata joko *liikenteenvälityskyynä* tai *maksimisuoritteena*. *Liikenteenvälityskyky* on vakiintunut ratakapasiteetin mittayksikkö ja se ilmaisee rataverkon tai rataosan läpäisykyvyn yksikkönään junaa/aikayksikkö. Koska se kertoo tiettyä rataosaa tietyssä ajanjaksona käyttävien, tietyillä nopeuksilla liikkuvien junien enimmäismäärän, se on hyvä ratakapasiteetin mittari. Liikenteenvälityskyky ei kuitenkaan ole laadullinen mittari: juna voi tarkoittaa pelkkää veturia, pitkää tavarajunaa tai eri kokoonpanoissa liikkuvia henkilöjunia. *Maksimisuoritetta* määritettäessä otetaan huomioon sekä liikenteen määrä että laatu. Suoritteen mittayksikkönä käytetään tonni- tai henkilökilometriä per aikayksikkö. (Mäkitalo 2000, 13-14; Paasikivi 2005b)

⁹ Liikennöinti rataverkolla koostuu junaliikenteestä, vaihtotyöstä ja rautatiellä tehtävästä työstä.

Ratakapasiteetti voidaan jakaa myös *teoreettiseen maksimikapasiteettiin*, joka on saavutettavissa vain ideaalioloissa ja normaalioloissa saavutettavaan maksimisuoritusastoon eli *käytännölliseen kapasiteettiin* (practical capacity) (Mäkitalo 2000, Curchod & Lucchini 2001). Teoreettisen maksimisuorituskyvyn kuvaamiseksi tulisi määritellä, kuinka nopeasti ja miten pitkänä junat voisivat liikkua suurimmassa kuormassaan (Mäkitalo 2000, 14). Koska ideaalista maksimikapasiteettia on usein vaikea määritellä, käytännöllinen kapasiteetti on sopivampi arviointiväline toimivan ja tehokkaan junaliikenteen varmistamiseksi etenkin yksiraiteisilla osuuksilla (Mäkitalo 2000, Mäkitalo 2003).

Ratakapasiteetista puhuttaessa tulee ottaa huomioon myös *kapasiteetin käyttöaste*, joka määritellään suoritemäärän eli käytännössä toteutuvan määrän suhteena kapasiteettiin. Tarkastellaan tilannetta esimerkin valossa: jos 10 litran sangossa kannetaan 8 litraa vettä, suoritemäärä on 8 litraa ja sangon käyttöaste 80 %. Esimerkistä voidaan päätellä, että 10 litran kantaminen 10 litran sangossa ei onnistu ainakaan pitkään. Sama pätee myös ratakapasiteettiin: sekaliikenteisen radan sopivana käyttöasteena pidetään 60 prosenttia ja käytännön maksimina 80 prosenttia, jotta liikenne voisi toipua edes vähäisistä häiriötilanteista. Käyttöasteen yhteydessä voidaan todeta Ratahallintokeskuksen asettavan myönnetyn ratakapasiteetin käyttöasteelle rataosakohtaisen vähimmäisarvon. Jos vähimmäisarvo alitetaan vähintään 30 päivän ajan, RHK voi peruuttaa myönnetyn ratakapasiteetin osittain tai kokonaan. (L 198/2003, Mäkitalo 2000, Mäkitalo 2005b)

Ihannetilanteessa junien määrä voidaan mitoittaa kysyntää vastaavaksi ilman kapasiteettirajoituksia. Käytännössä kapasiteetin käytölle on kuitenkin rajoituksia. Yksiraiteisella suojastamattomalla radalla ajoajaltaan suurin kohtauspaikkaväli määrää rataosan kapasiteetin etenkin silloin, kun liikennettä on kumpaankin suuntaan. Kaksiraiteisella radalla kapasiteetin suhteen määrääviä tekijöitä ovat suojastuksen opastinvälin pituus ja erityyppisten junien nopeuserot. (Mäkitalo 2000, Mäkelä et al. 2002)

Käytännöllistä ratakapasiteettia voidaan *lisätä* useilla toimenpiteillä:

- voidaan vaikuttaa suoraan *ratakapasiteetin osatekijöihin* eli infrastruktuuriin ja liikkuvaan kalustoon
- *aikataulurakennetta* voidaan muuttaa siten, että ratakapasiteetin käyttö on mahdollisimman tehokasta
- *uudet tietojärjestelmät* mahdollistavat liikenteen ja infrastruktuurin tehokkaamman yhteensovittamisen mm. dynaamisen ajoajan laskennan, liikenteenohjauksen automatisoinnin sekä turvalaitetekniikkaan ja kauko-ohjausjärjestelmiin liittyvien viiveiden vähentämisen avulla

Ratakapasiteettia lisäävät toimenpiteet on koottu taulukkoon 1. Koska tämän työn painopiste on tietojärjestelmien mahdollistamisessa ratkaisuisissa, niihin palataan yksityiskohtaisemmin taulukon jälkeen. Myös aikataulurakenteen muuttamisen mahdollisuuksia käsitellään lyhyesti.

Taulukko 1. Toimenpiteitä ratakapasiteetin lisäämiseksi (Kaas 1998, Mäkitalo 2000, Mäkelä et al. 2002, Salonen 2005b, Stallybrass & Albrecht 2005).

Infrastruktuuriin liittyviä toimenpiteitä

- Suojastusvälien lyhentäminen
- Radan ominaisuuksien parantaminen liikennepaikkojen yhteydessä, mikä mahdollistaa nopeuksien noston niiden lähellä
- Rakennetaan kohtauspaikkoja sekä kohtaus- ja/tai ohitusraiteita yksiraiteisille rataosille tai lisätään niiden pituuksia
- Rakennetaan rataosuus kokonaan tai osittain kaksi- tai useampi-raiteiseksi

Liikkuvaan kalustoon liittyviä toimenpiteitä

- Junien nopeuksien nostaminen ja nopeuserojen pienentäminen
- Junien massan ja pituuden lisääminen
- Junien kiihdytys- ja jarrutusominaisuuksien parantaminen
- Vetokaluston tehon lisääminen
- Vaunujen kapasiteetin lisääminen

Tietojärjestelmiin ja aikataulusuunnitteluun liittyviä toimenpiteitä

- Aikataulurakenteen muuttaminen
- Liikenteenohjauksen automatisointi sekä turvalaitteiden ja kauko-ohjausjärjestelmien viiveiden vähentäminen
- Dynaaminen ajoajan laskenta

Rataosan läpäisykykyä voidaan parantaa *aikataulurakennetta muuttamalla* esimerkiksi sijoittamalla useita sekä pysähtymiskäyttäjymiseltään että nopeudeltaan samantyyppisiä junia peräkkäin tai kaventamalla junien nopeustasojen vaihtelua (Mäkitalo 2000, 41-43; Paasikivi 2005b). Tämän keinon mahdollisuuksilla on rajansa. Ensinnäkin läpäisykyvyn kannalta optimoituun aikatauluun ei voida helposti lisätä junia ilman muita investointeja. Toiseksi henkilöliikenneasiakkaat haluavat pysähtymiskäyttäjymiseltään erilaisia junia ja tasaista vuoroväliä, kun taas läpäisykyvyn optimointi johtaa aikatauluun, jossa useita samantyyppisiä henkilöjunia seuraa toisiaan lyhyin vuorovälein ennen pitempää taukoa (Kaas 1998, Pyy 2005).

Liikenteenohjauksen automatisointi tarkoittaa mahdollisuutta muuttaa junien kulku ympärivuorokautiseksi verrattuna tilanteeseen, jossa junia liikkuu ainoastaan silloin, kun tietyn rataosan liikennepaikoilla on miehitys. Keskeisten rataosien liikenteenohjaus on tosin jo automatisoitu ja keskitetty liikenteenohjauskeskuksiin, mutta eri alueilla on käytössä erilaisia ja eri-ikäisiä laitteistoja, mikä vaikeuttaa liikennekokonaisuuden suunnittelua. Nykyisin kauko-ohjausjärjestelmien ja turvalaitetekniikan erilaiset ominaisuudet, vasteajat ja viiveet rajoittavat usein junien liikkumista etenkin liikennepaikoilla, joten näiden järjestelmien uusiminen tai muutostyöt voivat tehostaa ratakapasiteetin käyttöä. (Paasikivi 2005b, Salonen 2005) Liikenteenohjauksen nykyisiä käytäntöjä ja tulevia muutoksia käsitellään tarkemmin luvussa 2.2.

Ratakapasiteetin hallintaan ja yhteensovittamiseen soveltuva tietojärjestelmä lisää ratakapasiteetin käytön mahdollisuuksia etenkin silloin, kun siinä on *dynaaminen ajoajan laskenta*. Tällöin järjestelmä käyttää täsmällistä infrastruktuuri- ja junatietoa¹⁰, jonka avulla se laskee tarkan ajoajan. Tämä on tärkeää etenkin tavaraliikenteessä, jossa juna-kokoonpanot vaihtelevat asiakastarpeiden mukaan. Tulevaisuudessa tarvittava infrastruktuuritieto saadaan RHK:n ratatietokannasta, kun taas junatieto tuodaan suoraan liikennöitsijän järjestelmästä. (Paasikivi 2005b, Salonen 2005)

Suomessa vallitsevan käytännön mukaan tietyille tavarajunakokoonpanoille haetaan ajoaika koeajoilla. Jos aikatauluun lisättävä uusi tavarajuna on koeajettua kokoonpanoa kevyempi, uuden aikataulun laskenta ja käyttö liikenteenohjauksessa riippuu liikenteenohjaajan kokemuksesta. Dynaamisen ajoajan laskennan sisältävä tietojärjestelmä mahdollistaa tehokkaamman ratakapasiteetin käytön kaikille liikenteenohjaajille, jolloin infrastruktuuri-investointeja voidaan ehkä lykätä. Tällöin uuden tietojärjestelmän eräs hyöty olisi infrastruktuurin kehittämisinvestoinnin lykkääntymisen myötä säästettävä korkokustannus. Toinen dynaamisesta ajoajan laskennasta saatava hyöty on koeajojen käyminen tarpeettomiksi järjestelmän laskiessa ajoajat eri junapainoille. (Paasikivi 2005b, Pyy 2005, Salonen 2005)

Dynaamisen ajoajan laskennan käytössä ratakapasiteetin maksimointiin on kuitenkin aikataulun tekniseen laatuun liittyviä rajoitteita kuten pelivara ja häiriöherkkyys. Pelivara tarkoittaa prosenttimäärää, jonka verran juna voi liikkua myöhässä. Suomessa pelivara on 5-15 prosenttia. Häiriöherkkyys taas tarkoittaa aikataulun kykyä tai kyvyttömyyttä vaimentaa yhden junan myöhästymisen vaikutuksia. (Mäkitalo 2001, 29-30) Pelivara voidaan yleensä antaa ajoajanlaskentaohjelmiston tai -moduulin parametriksi.

Rautatieyritykselle dynaamisesta ajoajan laskennasta on monia hyötyjä. Ensinnäkin voidaan etsiä minimiajoaikaa. Minimiajoaikaan pyrittäessä vetokalustolla joudutaan kuitenkin tekemään voimakkaita kiihdytyksiä ja jarrutuksia, jolloin vetokalusto rasittuu normaalia enemmän. Tällöin sen käyttöikä ja huoltovälit lyhenevät ja energiankulutus kasvaa. Useat ohjelmistot tarjoavatkin mahdollisuuden minimoida energiankulutusta, jolloin vetokaluston rasitus on pienempi. Dynaamista ajoajan laskentaa voidaan käyttää myös tarpeettoman suurten pelivarojen etsimiseen ja pienentämiseen. (Paasikivi 2005b)

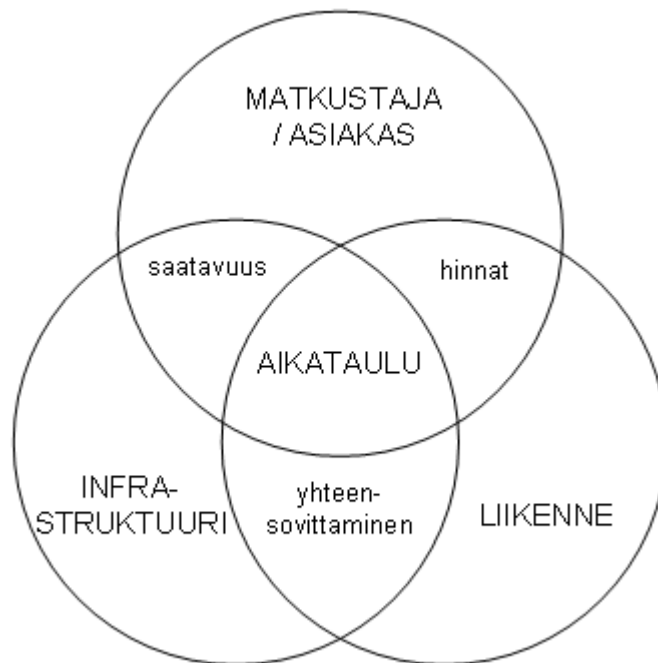
Ratakapasiteettia ja saavutettavissa olevaa ratakapasiteetin käyttöastetta *vähentävät* mm. joidenkin rataosien akselipaino- ja nopeusrajoitukset, riittämätön ratakapasiteetti joillakin rataosilla tai solmukohdissa, riittämätön sähkönsyöttö, kohtauspaiikkojen puute tai liian lyhyt pituus sekä erilaisten junien nopeuserot ja erilainen pysähtymiskäyttäytyminen. (Mäkitalo 2000, Pyy 2005)

¹⁰ Junatietoon kuuluvat mm. junan pituus, kokonaispaino, akselipaino, vetokaluston määrä ja tyyppi, suurin nopeus, jarrutusominaisuudet, vaunujärjestys ja VAK-tieto (Raaska 2005a).

2.1.2 Aikataulu ja aikataulujärjestelmät

Aikataulu kuvaa junan tai junien aikaan sidottua kulkusuunnitelmaa rataverkolla (Mäkitalo 2003). Aikataululla voidaan tarkoittaa yhden junan matkasuunnitelmaa tai kokonaista junien matkasuunnitelmista muodostuvaa järjestelmää. Aikataulu voidaan esittää aikataulutaulukon lisäksi myös kaksiulotteisena *graafisena aikatauluna*, jonka akseleilla on aika ja paikka ja jossa junan suunniteltu aikataulu esitetään viivana.

Aikataulu on rautatieliikenteessä keskeisessä roolissa. Asiakkaille se kertoo, millainen palvelutaso on tarjolla. Aikataulu yhdistää myös infrastruktuurin ja liikenteen, mikä on tärkeää, koska rautatieliikenteessä infrastruktuuri ja sen käyttö ovat muihin liikenne-
muotoihin verrattuna erityisroolissa (Pellandini 2001). Aikataulun rooli on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Infrastruktuurin, liikenteen ja asiakkaan yhteys (Pellandini 2001).

Aikataulusuunnittelussa voidaan soveltaa useita erilaisia lähestymistapoja. Aikataulut voivat perustua lyhimpään mahdolliseen ajoaikaan ja siihen lisättyyn pelivaraan tietyillä yhteysväleillä. Yleisöaikataulussa voidaan ilmoittaa lähtöajan lisäksi kuljetusvälineen tarjoavan aina vaihtoyhteyden toisesta välineestä tulijoille tai lähtevän vasta täyttöasteen ollessa riittävä.

Euroopan rautatieliikenteessä käytetään yleisesti *vakioaikataulutyyppisiä*¹¹ järjestelmiä, joiden lähtökohtana on yksittäisten rataosien ajoaikojen lisäksi halutusta palvelutasosta lähtevä suunnittelu. Aikataulusuunnittelun perustana on aiemmin käytetty ainoastaan infrastruktuuria ja sen pullonkauloja, jolloin infrastruktuuri-investointien mahdollistama ajoajan lyhentyminen on otettu huomioon seuraavia aikatauluja laadittaessa. Toimintamalli johtaa usein vain tiettyjen yhteysvälien palvelutason parantumiseen. Vakioaikataulujärjestelmille tyypillisiä piirteitä ovat solmupisteiden verkko, solmupisteissä järjestetyt vaihtoyhteydet sekä kunkin junatyyppin vakioitu pysähtymiskäyttäytyminen ja identtinen aikataulu. Tällöin ratakapasiteetti voidaan hyödyntää tehokkaasti ja vaihtoyhteydet solmupisteissä järjestää helposti. (Mäkitalo 2001, Pellandini 2001, Mäkitalo 2005b)

Ratakapasiteetin jakamis- ja yhteensovittamistietojärjestelmä liittyy aikataulujärjestelmiin siten, että sen tulee tukea joustavasti erilaisia toimintatapoja. Järjestelmän tulee myös tarjota muille toimijoille ja tietojärjestelmille näkymä suunniteltuun ratakapasiteetin käyttöön. Tämä helpottaa viestintää eri toimijoiden välillä ja säästää sekä aikaa että kustannuksia.

Jos järjestelmään voidaan tallentaa useita infrastruktuuri- ja aikatauluversioita, sen käyttö aikataulusuunnittelussa on helpompaa. Rautatieliikenteen simulointi¹² kuuluu RHK:n liikennejärjestelmäosaston tehtäviin samoin kuin ratakapasiteetin jakaminen ja yhteensovittaminen (Pyy 2005). Tämän vuoksi on hyödyllistä, jos järjestelmässä on simulointimahdollisuus siten, että simulointien lähtötiedot voidaan siirtää aikataulutietokannasta ja tulokset takaisin aikataulutietokantaan. Simulointia on hyvä pystyä tekemään myös epätäydellisellä infrastruktuuritiedolla, jolloin uusien rataosien suunnittelu helpottuu.

¹¹ Suomen kielen ”vakioaikataulu” ei ole yhtä kuvaava termi kuin englanninkielinen ”regular/basic interval timetable” ja saksankielinen ”Taktfahrplan” (Mäkitalo 2001, 34).

¹² Simulointi tarkoittaa tosiolosuhteiden ja -tilanteen jäljittelyä (Reitmaa et al. 1995).

2.2 Ratakapasiteetin jakamisen lainsäädäntö

2.2.1 EU-lainsäädäntö

Euroopan komission syksyllä 2001 julkaiseman liikenteen valkoisen kirjan (EU 2001) keskeisenä teemana on tie- ja lentoliikenteen jatkuvan kasvun hillitseminen näiden liikennemuotojen haitallisten ympäristövaikutusten sekä tieverkon ja ilmatilan ruuhkautumisen vuoksi. Tähän pyritään kannustamalla kuljetusten siirtämistä ympäristöystävällisempiin kuljetusmuotoihin kuten rautatie- ja vesiliikenteeseen. Jotta rautatietoimialan kilpailukyky etenkin tieliikenteeseen nähden olisi jatkossa parempi, sen tulee tehostaa toimintaansa ja muuttaa toimintatapojaan nykyistä joustavammiksi. Tämän vuoksi EU:ssa on päätetty avata rautateiden tavara- ja henkilöliikenne vaihteittain kilpailulle.

Jo ennen liikenteen valkoisen kirjan julkaisua EU:ssa on pyritty kehittämään rautatiesektoria. Ruotsissa 1988 toteutettu jako rataverkkoa hallitsevaan organisaatioon (engl. Infrastructure Manager, IM) ja rataverkolla liikennöiviin yrityksiin (engl. Railway Undertaking, RU) otettiin Euroopan yhteisöissä 1990-luvun alussa säädetyn ns. *rautateiden kehittämisdirektiivin* pohjaksi. Erottelu rataverkon omistajan ja liikennöitsijöiden välillä voi olla vain hallinnollinen, yritysjärjestelyihin perustuva tai organisaatioiden todellinen erottaminen. Suomessa direktiivi toteutettiin vuonna 1995 lakkauttamalla Valtionrautatiet-liikelaitos ja jakamalla se VR-Yhtymä Oy:ksi sekä muodostamalla uusi itsenäinen virasto, Ratahallintokeskus. (Mäkitalo et al. 2004, 11-12)

EU:n liikennepolitiikkaa on 1990-luvun hiljaisemman kauden jälkeen kehitetty viime vuosina rautatieliikenteen osalta ns. *rautatiepaketeilla*, joita on toistaiseksi kolme kappaletta. *Ensimmäinen rautatiepaketti*, joka tuli panna kansallisesti täytäntöön 15.3.2003 mennessä, sisältää kolme direktiiviä: rautateiden kehittämisdirektiivin muutosdirektiivi, toimilupadirektiivi ja kapasiteetti- ja ratamaksudirektiivi. Näistä ensimmäisessä määritetään jäsenvaltion vähimmäisvelvoitteet rataverkon avaamiseksi kilpailulle. Direktiivin mukaan rataverkot on avattava Euroopan talousalueen kansainvälisessä tavaraliikenteessä kokonaisuudessaan. Ratakapasiteetin jakoperiaatteet muodostavat sääntelykokonaisuuden useamman kuin yhden rautatieyrityksen toiminnalle samalla rataverkolla. Ratamaksusäännöksissä taas määritellään ratamaksujen lähtökohdaksi Suomessakin sovellettu rajakustannushinnoittelu. (Mäkitalo et al. 2004, RHK 2004a)

Toinen rautatiepaketti koostuu Euroopan komission tiedonannosta (EU 2002) ja neljästä lainsäädäntöehdotuksesta, joiden keskeinen sisältö koskee rautateiden kansallisen kilpailun avaamista, Euroopan rautatieviraston perustamista, rautateiden eurooppalaisen turvallisuussäätelyn muodostamista ja yhteentoimivuussäätelyn kehittämistä. EU:n parlamentin ja neuvoston neuvotteluissa maaliskuussa 2004 päädyttiin avaamaan kilpai-

lulle ainoastaan *kansallinen tavaraliikenne* henkilöliikenteen vapauttamisen jäädessä odottamaan tulevia päätöksiä. (Mäkitalo et al. 2004, RHK 2004a)

Euroopan komission maaliskuussa 2004 julkaisemiin neljään lainsäädäntöehdotukseen (ns. *kolmas rautatiepaketti*) kuuluvat rautateiden tavaraliikenteen korvausvastuu ja laatuvaatimukset, veturinkuljettajien koulutus- ja pätevyysvaatimukset, EU-alueen sisäisen henkilöliikenteen kilpailun avaaminen mukaan lukien kabotaasioikeus sekä matkustajien oikeudet ja velvollisuudet kansainvälisessä henkilöliikenteessä. (Mäkitalo et al. 2004, RHK 2004a)

2.2.2 Suomen rautatielaki

EU:n ensimmäinen rautatiepaketti pantiin Suomessa täytäntöön rautatielaille (L 198/2003). Tässä yhteydessä Suomessa avattiin kilpailulle myös ETA-maiden välinen kansainvälinen liikenne (L 198/2003; Mäkitalo et al. 2004, 15). Tällä ei kuitenkaan ole ollut käytännön merkitystä, koska ainoa kyseeseen tuleva yhteys junalautan ohella on Suomesta Ruotsiin ja mailla on erilainen raideleveys. Suomen rautatielakiin tehdään tänä vuonna joitakin muutoksia.

Tämän työn kannalta keskeistä on ensimmäisessä rautatiepaketissa esitetty ratakapasiteetin jakoperiaatteiden kuvaus tilanteessa, jossa rataverkolla on useampi kuin yksi liikennöitsijä sekä toisen rautatiepaketin yhteydessä sovittu kansallisen tavaraliikenteen avaaminen kilpailulle vuoden 2007 alusta. Kolmanteen rautatiepakettiin kuuluvilla säännöksillä ETA-maiden välisestä kansainvälisestä liikenteestä ja tähän mahdollisesti liittyvästä kabotaasioikeudesta on Suomen rautatieliikenteessä vain vähäistä merkitystä.

Jos tässä työssä käsiteltävä tietojärjestelmä pystyy tyydyttämään tavaraliikenteen tarpeet, sitä voidaan käyttää myös silloin, jos henkilöliikenne päätetään avata kilpailulle. Toistaiseksi näyttää siltä, ettei Suomessa ole poliittista tahtoa henkilöliikenteen avaamiseen ennen EU:n pakottavaa lainsäädäntöä (Pentikäinen 2005). Euroopan komission esitys raide- ja tieliikenteen joukkoliikennepalveluista (EU 2005) voi kuitenkin tuoda muutoksia esimerkiksi rautateiden lähiliikenteen tai ostopalvelujen järjestämiseen.

2.3 Ratakapasiteetin jakaminen

Seuraavaksi esitellään ne rautatiesektorin toimijat, jotka liittyvät ratakapasiteetin jakamiseen. Tämän jälkeen kuvataan ratakapasiteetin jakamisen nykytila. Lopuksi arvioidaan, millaisia tarpeita ja vaatimuksia ratakapasiteetin jakamisprosessi asettaa uudelle tietojärjestelmälle.

2.3.1 Suomen rautatiesektorin toimijat ja niiden rooli

Suomessa rautatiesektorin keskeiset toimijat ovat

- Ratahallintokeskus (RHK)
- Rautatievirasto¹³
- liikenteenohjaus
- rautatieyritykset eli liikennöitsijät
- radanpidon suunnittelu-, rakentamis- ja kunnossapitopalveluja tarjoavat yritykset

Ratahallintokeskus (RHK) on liikenne- ja viestintäministeriön (LVM)¹⁴ alainen väylävirasto, jonka tehtäviin kuuluu Suomen rautatieinfrastruktuurista huolehtiminen sekä rautatieliikenteen toimintaedellytysten edistäminen. RHK hallinnoi rataverkkoa, vastaa sen ylläpitämisestä ja kehittämisestä sekä rautatieliikenteen turvallisuudesta sekä tarjoaa kilpailukykyisen liikenneväylän rautatieyritysten käyttöön. (Mäkitalo 2003, LVM 2004a, RHK 2004b)

RHK:n liikennejärjestelmäosaston toimialaan kuuluvat RHK:n työjärjestyksen (RHK 2005c) mukaan asiat, jotka koskevat valtion rataverkon strategista kehittämistä, liikenteenohjausta ja matkustajainformaatiota sekä ratakapasiteetin hallinnointia ja liikennöinnin edellytysten kehittämistä. Näiden tehtävien lisäksi liikennejärjestelmäosaston työtä leimaavat sidosryhmäyhteistyö sekä yhteydenpito muihin väylävirastoihin sekä liikenne- ja viestintäministeriöön (Pyy 2005). Tämän työn kannalta RHK:n olennaisia viranomaistehtäviä ovat verkkoselostuksen julkaiseminen ja radan käyttöoikeuksien myöntäminen eli ratakapasiteetin jako (RHK 2004b).

Rautatieviraston perustaminen toteuttaa EU:n toista rautatiepakettia (LVM 2004b, 2). Rautatievirasto vastaa ensisijaisesti rautatieliikenteen turvallisuudesta organisatorisesti, rakenteeltaan ja päätöksenteoltaan RHK:sta ja rautatieyrityksistä riippumattomana viranomaisena (LVM 2004b, 9). Rautatieliikenteen viranomaistehtäviä pohtineen työ-

¹³ Rautatievirasto esitetään perustettavaksi 1.syyskuuta 2006. (LVM 2004b, 2)

¹⁴ Liikenne- ja viestintäministeriö (LVM) vastaa rautatieliikenteen lainsäädännön valmistelusta Suomessa ja edustaa Suomea Euroopan unionissa (LVM 2004a). Ministeriö myöntää rautatieliikenteen harjoittamiseen tarvittavan toimiluvan ja valvoo, että rautatielain mukaisia vaatimuksia noudatetaan (L 198/2003)

ryhmän mukaan muita rautatievirastolle mahdollisesti jatkossa kuuluvia tehtäviä ovat rautatiehenkilöstön koulutus, josta nykyisin vastaa VR-Yhtymän koulutuskeskus, liikenteenohjaus - vrt. seuraava kappale - ja liikkuvan kaluston turvallisuus, josta nykyisin vastaa VR Osakeyhtiö (LVM 2004b, 10). Ratakapasiteetin jakaminen säilyy jatkossakin RHK:n tehtävänä. Rautatievirasto on sääntelyelin, johon voidaan valittaa myös ratakapasiteetin jakamispäätöksistä.

Liikenteenohjaus eli ”myönnetyn ratakapasiteetin jaon toteuttaminen sekä rataverkon liikennöinnin ohjaaminen ja hallinta [...]”¹⁵ (L 198/2003) on määritelty rautatielaissa RHK:n tehtäväksi. RHK on järjestänyt liikenteenohjauksen ostamalla sen palveluna VR Osakeyhtiöltä. Tällä hetkellä liikenteen ohjaamista eli junien liikennöinnin hallintaa (RHK 2005d, 6) johtaa VRO:n pääkonttorissa työskentelevä liikennesuunnittelija, joka valvoo koko Suomen liikennetilannetta ja antaa tarvittaessa ohjeita alueellisille liikenteenohjauskeskuksille (Salonen 2005). Liikenteenohjaus tai osa siitä voi jatkossa toimia osana RHK:ta (Salonen 2005).

Tällä hetkellä Suomessa on vain yksi kaupallinen *rautatieyritys*. Kotimainen henkilö- ja tavaraliikenne sekä Suomen ja Venäjän välinen liikenne on säädetty VR Osakeyhtiön yksinoikeudeksi (L 198/2003). Kotimainen tavaraliikenne avataan kilpailulle vuoden 2007 alusta EU:n toisen rautatiepaketin vaatimusten mukaisesti. Tässä työssä käsiteltävä tietojärjestelmä on keskeisessä roolissa kilpailua avattaessa.

Ratainfrastruktuurin ylläpitämiseksi ja kehittämiseksi rataverkolla täytyy tehdä ratatöitä. Suomalaisista *radanpidon suunnittelu-, rakentamis- ja kunnossapitopalveluja* tarjoavista yrityksistä suurin on VR-konserniin kuuluva Oy VR-Rata Ab, jonka markkina-asema on ollut merkittävä. Kunnossapitomarkkinoille on kuitenkin tullut uusia yrityksiä viime aikoina. Esimerkiksi Pohjois-Suomen rataverkon peruskunnossapidosta vastaavat 1.7.2005 alkaen viiden vuoden ajan osittain yhteistyötä tehden Tieliikelaitos, Maansiirto Veli Hyyryläinen Oy ja Eltel Networks Oy. (Mäkelä et al. 2002, Natunen 2005a, RHK 2005a)

Kunnossapidon lisäksi myös radanrakentamisessa on nykyisin monia eri toimijoita kuten suunnittelijat, urakoitsijat, rakennuttajakonsultit, RHK:n eri osastot ja liikenteenohjauspalvelun liikennesuunnittelijat. Tämän vuoksi on hyvä, jos hankittava tietojärjestelmä sisältää ratatöiden ja liikenteen yhteensovittamisprosessia tukevaa toiminnallisuutta. (Naturanen 2005a) Hankittavassa järjestelmässä voisi olla myös simulointiin liittyvää toiminnallisuutta, jonka avulla liikennöintiin vaikuttavien, rautatiellä tehtävien töiden aiheuttamia häiriöitä pystytään analysoimaan ja miettimään vaihtoehtoisia työrajoja ja -ajoituksia vähintään osalla rataverkkoa. Tämän lisäksi järjestelmässä on hyvä

¹⁵ Ratahallintokeskuksen julkaisemassa Junaturvallisuussäännössä (Jt) todetaan liikenteenohjauksen olevan mm. rautatieliikenteen käyttämien kulkuteiden varmistamista, liikenteessä tarvittavien lupien antamista sekä lupien antamista rautatiellä tehtävään työhön (RHK 2005d, 6).

olla ratatöiden strategista suunnittelua sekä eri toimijoiden välistä viestintää helpottavia ominaisuuksia.

2.3.2 Ratakapasiteetin jakamisen nykytila

Ratakapasiteetin jako kuuluu Ratahallintokeskuksen viranomaistehtäviin rautatielain 198/2003 perusteella. Rautatieliikenteen kilpailun toimivuudelle keskeistä on ratakapasiteetin sekä radan käyttöön liittyvien palvelujen oikeudenmukainen jako julkisesti tiedossa olevien kriteerien pohjalta. *Verkkoselostuksessa* kuvataan rataverkolle pääsyn edellytykset, valtion rataverkko, ratakapasiteetin jakamismenettely, rautatieyrityksille tarjottavat palvelut ja ratamaksun määräytymisperusteet (RHK 2004a, 3). Verkkoselostus otettiin esiin EU:n ensimmäisen rautatiepaketin kapasiteetti- ja ratamaksudirektiivissä 2001/14/EY (RHK 2004a, 3).

Rautatieyritysten tulee hakea *säännöllistä liikennettä varten* ratakapasiteettia Ratahallintokeskukselta kutakin vuoden pituista aikataulukautta varten. Säännöllisen liikenteen ratakapasiteettia voidaan hakea myös aikataulukauden aikana tiettyinä ajankohtina. RHK laatii aikataulukautta koskevien hakemusten perusteella ratakapasiteetin jakoehdotuksen seuraavaa aikataulukautta varten viimeistään neljän kuukauden kuluessa ratakapasiteetin hakuajan päättymisestä. Jos samaa ratakapasiteettia on hakenut useampi hakija tai haettu ratakapasiteetti vaikuttaa toisen hakijan hakemaan ratakapasiteettiin, Ratahallintokeskus sovittelee ratakapasiteettihakemukset hakijoiden kesken. Ratakapasiteettihakemusten jättöaika on 8 - 12 kuukautta ennen aikataulukauden alkua. (L 198 / 2003; RHK 2004a, 26-29)

Suomessa on valittu toimintatapa, jonka mukaan rataverkon haltija ei tee aikataulusuunnittelua. Liikennöitsijöiden odotetaan suunnittelevan omat aikataulunsa siten, ettei niissä ole keskinäisiä konflikteja¹⁶. Tällä hetkellä ainoa kaupallinen liikennöitsijä VR Osakeyhtiö¹⁷ lähettää RHK:een vain yhden ratakapasiteettihakemuksen, jossa on yhteensovitettu VR Cargon ja VR Henkilöliikenteen junien aikataulut. Aikataulusuunnittelusta ja yhteensovittamisesta aiheutuu liikennöitsijälle luonnollisesti kustannuksia, mutta liikennöitsijä saa tästä myös etuja mm. resurssien käytön ja synergiaetujen maksimoinnin kautta.

Kun rataverkolla on useampi liikennöitsijä, RHK:n tehtäväksi jää yhteensovittaa eri liikennöitsijöiden sisäisesti ristiriidattomat ratakapasiteettihakemukset ja rakentaa pro-

¹⁶ Tässä työssä ”konflikti” tarkoittaa tilannetta, jossa kaksi junaa liikkuu rataverkolla siten, että turvallisuus vaarantuu ja/tai aikataulusuunnittelun periaatteita rikotaan. Konfliktien automaattinen tunnistus ja esittäminen on hankittavan tietojärjestelmän tärkeimpiä toimintoja.

¹⁷ VR Osakeyhtiön tytäryhtiö VR Cargo huolehtii tavarankuljetuksesta rautateitse, kun taas VR Henkilöliikenne vastaa VR Osakeyhtiön henkilöliikenteestä (VR Cargo 2005, VR Osakeyhtiö 2005).

sessi, jolla ratkaistaan eri hakemusten väliset konfliktit. Työssä käsiteltävällä tietojärjestelmällä on tässä prosessissa keskeinen rooli.

Rautatieyritykset voivat lisäksi hakea tilapäistä liikennettä varten *kiireellistä ratakapasiteettia* (RHK 2004a, 28). Näiden ns. *ad hoc-hakemusten* maksimikäsittelyaika RHK:ssa on viisi vuorokautta (RHK 2004a, 30). Henkilöliikenteen ja säännöllisen tavaraliikenteen aikataulut voidaan yleensä suunnitella varsin hyvin etukäteen. 5-15 % tavarajunista eli noin 50-100 tavarajunaa päivässä tarvitsee kuitenkin kiireellistä ratakapasiteettia, aikataulumuutoksia tai varatun kapasiteetin peruutuksia muuttuneiden asiakastarpeiden vuoksi hyvinkin lyhyellä varoitusaajalla (Paasikivi 2005b).

Ongelma on tähän mennessä ratkaistu siten, että VR Osakeyhtiö on hakenut koko aikataulukaudelle tavaraliikennettä varten sellaista ratakapasiteettia, jolle ei ole määritelty tarkkoja kulkupäiviä ja sopinut erikseen liikenteenohjauksen kanssa sen käyttämisestä (Paasikivi 2005a). Tällainen käytäntö ei kuitenkaan ole paras mahdollinen, kun rataverkolla toimii useita liikennöitsijöitä ja radanpidon toimijoita. Kiireellisten ratakapasiteettihakemusten nopeampi ja nykyistä läpinäkyvämpi käsittely on eräs syy siihen, miksi ratakapasiteetin jakamiseen ja yhteensovittamiseen olisi jatkossa hyvä käyttää rataverkon haltijalle, liikennöitsijöille ja liikenteenohjaukselle yhteistä tietojärjestelmää.

2.3.3 Ratakapasiteetin jakamisen vaatimukset ja tavoitteet

Ratakapasiteetin jako- ja yhteensovittamisprosessiin ja siten siinä käytettävään tietojärjestelmään kohdistuu erilaisia paineita, vaatimuksia ja odotuksia. Seuraavassa käsitellään näitä tekijöitä yleisellä tasolla ja tehdään samalla yhteenveto tässä luvussa esitetyistä vaatimuksista.

Eräs tärkeimpiä taustatekijöitä uuden järjestelmän hankinnassa on se, että RHK:n tulee suoriutua sille rautatielaissa määrätyistä viranomaistehtävistä. Hankittavan järjestelmän osalta keskeistä on ratakapasiteettihakemusten yhteensovittaminen. Nämä viranomais-tehtävät voitaisiin teoriassa hoitaa myös ilman uutta tietojärjestelmää, mutta se ei kuitenkaan ole käytännössä mahdollista. Tähän palataan tarkemmin luvussa 3.

Ratakapasiteetin jako- ja yhteensovittamisprosessin tulee mahdollistaa liikennöitsijöille kysyntää vastaavien palveluiden tarjoaminen. Järjestelmän on hyvä tukea myös vakioaikataulukonseptin mukaista liikenteen ja infrastruktuurin yhteensovittamista mahdollistamalla myös halutusta palvelutasosta lähtevä suunnittelu sekä simulointi.

Rataverkkoa tulee voida käyttää tehokkaasti ja turvallisesti myös silloin, kun rataverkolla toimii useita liikennöitsijöitä ja radanpidon toimijoita. Tämän vuoksi on tiedettävä täsmällisesti, kuka käyttää tiettyä ratakapasiteettia, milloin ja kenen luvalla. Järjestel-

män avulla tulee voida seurata myös liikenteen laatutekijöitä ja tunnuslukuja, joita ovat mm. täsmällisyys, suunniteltu vs. toteutunut liikenne ja ennustettavuus.

Kapasiteetinhaku- ja yhteensovittamisprosessin tulee olla selkeä siten, että kapasiteetinhakijat tietävät aina kapasiteettihakemuksen tilan ja käsittelyvaiheen. Prosessin tulee olla myös oikeudenmukainen, riittävän nopea ja sujuu etukäteen ilmoitetun aikataulun mukaisesti.

Hankittavan järjestelmän tulee myös tarjota eheää¹⁸ tietoa RHK:n, liikenteenohjauksen, liikennöitsijöiden, kunnossapitoyritysten ja muiden toimijoiden tarpeisiin.

Luvussa 2 on täten vastattu työn kolmanteen tavoitteeseen kuvaamalla, mitä lainsäädännössä määritelty ratakapasiteetin jakamis- ja yhteensovittamisprosessi merkitsee tietojärjestelmien kannalta.

¹⁸ Eheys tarkoittaa joko 1) tietojen tai tietojärjestelmän aitoutta, väärentämättömyyttä, sisäistä ristiriidattomuutta, kattavuutta, ajantasaisuutta, oikeellisuutta ja käyttökelpoisuutta tai 2) sitä, ettei tietoa tai viestiä ole valtuudettomasti muutettu, ja että mahdolliset muutokset voidaan todentaa aukottomasti. (VM 2000)

3 TIETOJÄRJESTELMÄT, NIIDEN HANKINTA JA KEHITYSTYÖ

Tietojärjestelmien kehitystyö ja hankinta on hyvin haastava ja vastuullinen tehtävä, koska tietojärjestelmähankkeet ovat aina ainutkertaisia ja niiden onnistumisella tai epäonnistumisella on usein hyvin suuri vaikutus organisaation toimintaan. Luvun tarkoitus on kuvata, mitä tekijöitä juuri tässä hankkeessa on syytä ottaa huomioon.

Luvussa käsitellään aluksi tietojärjestelmiä sekä niiden mahdollisuuksia ja haasteita manuaaliseen tietojenkäsittelyyn nähden ja perustellaan, miksi uusi tietojärjestelmä on välttämätön investointi. Tämän jälkeen käsitellään tietojärjestelmäsuunnittelun osatekijöitä ja suhteutetaan hankittava tietojärjestelmä RHK:n IT¹-strategiaan, tietotekniikka-arkkitehtuuriin ja liiketoimintaprosesseihin². Luvussa käsitellään myös erilaisia tapoja hankkia ja kehittää tietojärjestelmiä. Tämän työn kannalta kiinnostavia tapoja ovat kaupalliset valmisohjelmistot, avoimen lähdekoodin ohjelmistot ja ulkoistaminen.

Luvussa esitellään kaksi tietojärjestelmien hankinnan prosessimallia ja verrataan, miten tämä hankintaprosessi eroaa prosessimalleissa esitetystä. Luku sisältää myös analyysit työn kohteena olevan tietojärjestelmän hyödyistä, kustannuksista ja riskeistä. Luvun lopussa käsitellään tällä hetkellä VR Osakeyhtiössä ja RHK:ssa käytössä olevia, aikataulusuunnitteluun liittyviä tietojärjestelmiä sekä näiden järjestelmien soveltumista ratakapasiteetin jakamiseen ja yhteensovittamiseen jatkossa.

3.1 Tietojärjestelmät sekä niiden mahdollisuudet ja haasteet

Tietojärjestelmä voidaan määritellä järjestelmäksi, joka koostuu ihmisistä, tietojenkäsittelylaitteistoista, tiedonsiirtolaitteista ja ohjelmistoista. Tietojärjestelmä kerää, prosessoi, varastoi, analysoi ja levittää tietoa ja sen tarkoitus on tehostaa tai helpottaa jotakin toimintaa tai tehdä toiminta mahdolliseksi. Tietojärjestelmän määritelmä ei edellytä tietotekniikan käyttöä, mutta tietotekniset ratkaisut ovat käytännössä enemmän sääntö kuin poikkeus. (Turban et al. 2001, Nyby 2002a, TTL 2004) Tietojärjestelmien mahdollisuuksia ja haasteita manuaaliseen tietojenkäsittelyyn verrattuna on käsitelty taulukoissa 2 ja 3.

¹ Lyhenne IT tulee sanoista Information Technology, minkä täsmällinen käännös voisi olla ”tietotekniikka”. Termejä IT ja ICT (Information and Communications Technology) käytetään usein epätarkasti, jolloin niillä voidaan tarkoittaa mm. tietojärjestelmiä ja niihin liittyviä liiketoimintaprosesseja.

² Tietojärjestelmätieteessä käytetään tässä yhteydessä termiä ”liiketoimintaprosessit”. Valtion virastossa kuvaavampi termi voisi olla ”toimintatavat ja niihin liittyvät prosessit”.

Taulukko 2. Tietojärjestelmiin liittyviä mahdollisuuksia (Shapiro & Varian 1998, Turban et al. 2001, Nyby 2002a, Bannister 2004, Eronen 2005a).

- mahdollisuus tietojen keskittämiseen yhteen paikkaan, mistä seuraa vähemmän virheitä tietosisällössä, kun tieto tarvitsee syöttää tai siirtää järjestelmään vain kerran
- jos tiedosta on vain yksi kopio yhdessä tietojärjestelmässä ja sen sijainti on tiedossa, tiedon ylläpito ja siten tietosisällön ajantasaisuus on hallittavissa. Tämän lisäksi muutkin tietojärjestelmät voivat käyttää kyseistä tietoa
- sähköisessä muodossa oleva tieto on siirrettävissä helposti ja nopeasti myös eri organisaatioiden välillä, jos rajapinnat ovat kunnossa
- tiedon laadun parantuminen, josta seuraa mm.
 - kustannussäästöjä, koska manuaalista tietojenkäsittelytyötä, tarkistuksia ja fyysisten tuotteiden varastoja tarvitaan vähemmän
 - tehokkuuden¹ (engl. efficiency) parantuminen
 - tehollisuuden (engl. effectiveness) parantuminen
 - palvelutason parantuminen (esim. parempi toimitus- ja tiedonsaanti-nopeus, uusi prosessi helpompi ja vaivattomampi asiakkaalle jne.)
 - mahdollisuus tarjota uusia tuotteita tai palveluja kustannustietoisesti
 - suunnittelu- ja ohjausprosessien laadun ja hyötyjen lisääntyminen
- kilpailuedun saavuttaminen tuotedifferoinnilla
- tietojärjestelmä mahdollistaa järjestelmässä olevien tietojen nopeamman ja helpomman haun ja analysoinnin esim. metadatan avulla
- tietojärjestelmä voi tarjota tukea päätöksenteossa etenkin kokemattomille päätöksentekijöille
- työn mielekkyys kasvaa rutiinitehtäviin kuluvan ajan vähentyessä
- mahdollisuus rekrytoida luovaa, innovatiivista ja innostunutta henkilökuntaa, koska tietotekniikan avulla on mahdollista tarjota houkuttelevat työolot

RHK:n ratapakasiteetin jakamis- ja yhteensovittamisjärjestelmän odotetaan toteutettavan edelläesitetyistä hyödyistä useita. Hyötyihin palataan yksityiskohtaisemmin kohdassa 3.5.

¹ Tehokkuutta parannettaessa käytettyä prosessia ei muuteta merkittävästi, mutta samoilla panoksilla saadaan suurempi tuotos. Tehokkuuden parantamisessa on rajansa mm. ihmisen tai koneen suorituskykyrajojen vuoksi. Tietojärjestelmähankkeissa pyritäänkin usein tehollisuuden parantamiseen. Tässä yhteydessä tehdään järjestelmien uudistamisen yhteydessä myös prosessimuutoksia, joiden ansiosta sama tai parempi lopputulos saadaan aikaan aiempaa pienemmillä panoksilla. Tällöin saavutetaan merkittävä parannus tuottavuudessa. (Turban et al. 2001; Nyby 2002a)

Taulukko 3. Tietojärjestelmiin liittyviä haasteita (Turban et al. 2001, Nyby 2002a, Bannister 2004).

- tietojärjestelmiltä puuttuu ”maalaisjärki” ja kontekstiymmärrys; tämän vuoksi
 - jos toimintoa ei ole ohjelmoitu järjestelmään, se ei osaa sitä itse tehdä
 - virhetilanteisiin varautuminen tulee ohjelmoida aina erikseen
 - poikkeuksina näistä jotkut tekoälyjärjestelmät, mutta niitä käytetään vain tarkoin rajatuissa sovelluksissa
- tietojärjestelmien rakentaminen on usein ainutkertainen projekti tarpeiden ja siten vaatimusten jatkuvasti muuttuessa, joten epäonnistumisen mahdollisuus on suuri. Onnistumisen todennäköisyys kasvaa, jos tarpeet ja vaatimukset on määritelty tarkasti, jolloin järjestelmä voidaan rakentaa tai hankkia nopeasti siten, ettei se ole vanhentunut heti valmistuessaan
- jos tietojärjestelmäprojektissa epäonnistutaan, vaikutukset organisaation toimintaan voivat olla etenkin kriittisten järjestelmien osalta katastrofaalisia mm. huonontuneen palvelutason, menetettyjen tulojen ja kasvaneiden kustannusten vuoksi

Esitettyihin haasteisiin pyritään vastaamaan ensinnäkin siten, että järjestelmä toimii ainoastaan päätöksenteon tukena. Järjestelmän on tarkoitus tehostaa ja auttaa työntekoa, muttei tehdä työtä kokonaan, joten liikennesuunnittelijan tulee aina hyväksyä järjestelmän ehdottamat ratkaisut. Toiseksi järjestelmää määriteltäessä tehdään yhteistyötä järjestelmän sidosryhmien kanssa, jotta vaatimukset saataisiin selville ja priorisoitua. Vaatimusten ja siten tarpeiden ollessa tarkasti selvillä itse valmisohjelmistojen vertailu voidaan toteuttaa nopeasti.

Seuraavaksi perustellaan lyhyesti, miksi työssä käsiteltävä tietojärjestelmä on välttämätön investointi. Nollavaihtoehtoa eli tapausta ”ei tehdä mitään muutoksia tietojärjestelmiin ja toimintatapoihin” ei käytännössä ole, joten käsitellään tapausta ”ratakapasiteetin jako ilman tietojärjestelmää”. Tämä voidaan jakaa kolmeen osaan:

1. RHK:n nykyiset työntekijät liikennejärjestelmäosastolla käsittelevät ratakapasiteettihakemukset ja jakavat sekä yhteensovittavat ratakapasiteetin oman toimensa ohessa
2. RHK rekrytoi ja kouluttaa tarvittavan määrän uusia työntekijöitä
3. RHK ostaa ratakapasiteettihakemusten käsittelyn ulkopuoliselta toimijalta ja myöntää jaetun ratakapasiteetin

Jos RHK:n nykyiset työntekijät vastaavat ratakapasiteettihakemusten käsittelystä, heidän tulee opetella oman toimensa ohessa ratakapasiteetin jakoon ja yhteensovittamiseen liittyviä asiakokonaisuuksia. Koska liikennejärjestelmäosaston työntekijät ovat varsin työllistettyjä sekä RHK:n että viraston ulkopuolisten kansallisten ja kansainvälisten velvoitteiden ansiosta, on selvää, että muut työtehtävät kärsivät tästä.

Toisessa tapauksessa RHK rekrytoi ja kouluttaa tarvittavan määrän työntekijöitä. Kukin kuudesta liikenteenohjausalueesta tarvitsee yhden liikennesuunnittelijan, jonka lisäksi hallintoon tarvittaisiin neljä henkilöä, jolloin ratakapasiteettihakemusten yhteensovittaminen hoidettaisiin ilman tietojärjestelmää kymmenen henkilön voimin (Mäkitalo 2005b). Ruotsin RHK:ta vastaavalla Banverket-virastolla on näissä tehtävissä joitakin kymmeniä henkilöitä, joten tämän perusteella voidaan olettaa työntekijämäärän Suomeenkin kasvavan esitetystä kymmenestä hengestä. Rautatiealan erityispiirteiden, tarvittavan koulutuksen ja kouluttajien työaikamenetysten sekä valtion virastojen välisten rekrytointimahdollisuuksien takia tämä tuskin on realistinen vaihtoehto.

Kolmannessa tapauksessa ratakapasiteettihakemukset yhteensovittaa ulkoistettuna palveluna toimija, jolla on jo aiempaa osaamista kyseisestä toiminnasta. Tämä tarkoittaa käytännössä VR Osakeyhtiötä. VRO on kilpailutilanteessa jäävi jakamaan ratakapasiteettia, joten tässä tilanteessa RHK voisi joutua kilpailuviranomaisten mielenkiinnon kohteeksi siitäkin huolimatta, että RHK toimisi lain kirjaimen mukaisesti ja hyväksyisi VRO:n tekemät yhteensovittamispäätökset.

RHK:n IT-strategiassa (Eronen 2005a) todetaan ratainfrastruktuuria ja rautatieliikennettä koskevan tietopääoman ja sen hallinnan olevan RHK:n strateginen menestystekijä, joten ratakapasiteetin jakamiseen ja yhteensovittamiseen liittyvien toimintojen keskittäminen yhteen tietojärjestelmään palvelee myös tätä päämäärää. Tapauksen ”ratakapasiteetin jako ilman tietojärjestelmää” tarkempi tarkastelu voidaan edellämainituista syistä sivuuttaa tarpeettomana.

3.2 Tietojärjestelmäsuunnitteluun liittyviä tekijöitä

3.2.1 RHK:n IT-strategia ja tietotekniikka-arkkitehtuuri

Uutta tietojärjestelmää suunniteltaessa on otettava huomioon, millainen IT-strategia ja tietotekniikka-arkkitehtuuri organisaatiolla on ja millaisia vaatimuksia näistä seuraa yksittäisille tietojärjestelmille (Turban et al. 2001; Nyby 2002a). RHK:n *IT-strategian*¹ (Eronen 2005a) lähtökohtina ovat toiminnan kehittämisen tarpeet, joista ensisijaisia ovat tilaaja/tuottaja-toimintamallin sekä liikenteen- ja kapasiteetin hallinnan kehittäminen.

RHK:n IT-strategiassa esitetyn vuoden 2007 tavoitetilän ensimmäinen päämäärä on *tietopääoman ottaminen RHK:n hallintaan*. RHK:n tarvitsemat tiedot ovat tällä hetkellä hajallaan useissa järjestelmissä, samasta tiedosta saattaa olla useita kopioita ja tarvitta-

¹ RHK:n IT-strategia on laadittu syksyllä 2004. Strategiatyössä on ollut mukana kattava edustus RHK:n eri yksiköistä sekä ulkopuolisia konsultteja. Tässä työssä on ollut käytettävissä IT-strategian lyhyt versio helmikuulta 2005 (Eronen 2005a).

vat tiedot voivat olla toisen organisaation kuten VRO:n tai VRR:n järjestelmissä siten, ettei niihin ole pääsyä tai päivitysmahdollisuutta. Tietopääoman hallitsemiseksi tiedot on saatava IT-strategian mukaisesti RHK:n omiin järjestelmiin, joissa niitä ylläpidetään. Tietojen ylläpito voidaan hoitaa myös olemassaolevaan järjestelmään rakennettavan rajapinnan avulla. Toinen vaihtoehto on, että olemassa olevaan järjestelmään tehdään palvelurajapinta, jonka kautta tietojen ylläpito tapahtuu. Tätä päämäärää helpottamaan määritellään RHK:n *informaatioarkkitehtuuri*, jonka avulla eri järjestelmät voidaan suunnitella käyttämään toisten järjestelmien tietoja omissa palveluissaan. Informaatioarkkitehtuuriin palataan myöhemmin tietotekniikka-arkkitehtuurin yhteydessä.

RHK:n IT-strategian tavoitetilan toinen päämäärä on rakentaa sekä toimintaa palvelevia *perusjärjestelmiä* että yksiköiden päätehtäviin liittyviä *suunnittelu- ja ohjausjärjestelmiä*, jotka hyödyntävät perusjärjestelmissä olevaa ajantasaista ja laadukasta sähköisessä muodossa olevaa tietoa (Eronen 2005a, 5-8). Perusjärjestelmiä ovat:

- *ratatieto*, jonka sisältämä tieto on RHK:n peruspääomaa ja jota käytetään suunnitteluun kaikissa RHK:n yksiköissä
- *dokumenttien hallinta*, joka sisältää kaikki muut RHK:n dokumentit paitsi rata-tiedon (esim. piirustusarkisto)
- *paikkatietopalvelu*, jonka avulla voidaan hakea tietoa viraston muista järjestelmistä ja esittää tiedot havainnollisesti karttapohjalla

Suunnittelu- ja ohjausjärjestelmiä ovat:

- *radanpidon suunnittelujärjestelmä*, jonka avulla radanpidon elinkaarikustannukset saadaan hallintaan sekä käytössä olevat korjaus- ja ylläpitoresurssit kohdistetaan rataverkolle niin, että korjaustoimenpiteet vastaavat nykyistä paremmin tarvetta
- *projektien hallinta*, jolla yhtenäistetään toimintatapoja sekä kustannusten ja materiaalin hallintaa, vähennetään riskejä ja tuodaan projekteihin hallittavuutta ja ennustettavuutta
- *ratakapasiteetin hallintajärjestelmä (RKHJ)²*, jota käsitellään seuraavassa yksityiskohtaisemmin

Ratakapasiteetin hallintajärjestelmä luo edellytykset liikenteen kilpailulle (Eronen 2005a, 7). Aiemmin esitetyn perusteella tiedetään, että ratakapasiteetin jako kuuluu lainsäädännön perusteella RHK:n viranomaistehtäviin eikä tehtävää voida käytännössä tehdä ilman uutta tietojärjestelmää.

IT-strategian mukaan ratakapasiteetin hallintajärjestelmän avulla liikennetilanne nähdään ajantasaisesti ja ratakapasiteetin hallinnan kytkentä liikenteenohjauksen järjes-

² Termejä ”ratakapasiteetin hallintajärjestelmä (RKHJ)” ja ”ratakapasiteetin jakamis- ja yhteensovittamisjärjestelmä” käytetään tässä työssä tarkoittamaan samaa asiaa.

telmiin mahdollistaa nykyistä paremmat lähtökohdat liikenteen seurannalle, rataverkon suunnittelulle ja siten investointien kohdistamiselle (Eronen 2005a, 7). Uusi järjestelmä voi tarjota omalta osaltaan toiminnallisuutta myös vakioaikataulukonseptin mukaiseen, halutusta palvelutasosta lähtevään rataverkon suunnitteluun.

Eräs tavoite ratakapasiteetin jakamis- ja yhteensovittamisjärjestelmälle on, että sen tulee integroitua sujuvasti muihin uusiin järjestelmiin. Näin järjestelmässä olevista tiedoista on selkeä yhteys muihin RHK:n tietojärjestelmiin.

Tietotekniikka-arkkitehtuuri on ”organisaation tietojärjestelmien rakenteesta, toimintasäännöistä ja edellisten kehittämiseksi luoduista menetelmistä koostuva malli”, joka voidaan jakaa neljään osaan (Ruohonen & Salmela 1999):

1. tietoarkkitehtuuri
2. sovellusarkkitehtuuri
3. järjestelmäarkkitehtuuri
4. tietoliikennearkkitehtuuri

Tietotekniikka-arkkitehtuurin yhteydessä tehtävät päätökset ovat yleensä pitkäaikaisia: valittavan arkkitehtuurin perusrunko saattaa pysyä pohjimmiltaan samanlaisena jopa 10-15 vuotta, vaikka sen osatekijöitä voidaankin kehittää (Ruohonen & Salmela 1999). Seuraavassa käsitellään lyhyesti tietotekniikka-arkkitehtuurin osatekijät ja verrataan niitä RHK:ssa määriteltyihin arkkitehtuureihin.

Tietoarkkitehtuurissa³ määritellään yrityksen tieto ja sen käyttö. Keskeistä on käsitteistön selkiyttäminen, määrittely ja yksiselitteinen kuvaus siten, että tietoja voidaan yhdistellä helposti ja sovelluskehitystä nopeuttaa (Ruohonen & Salmela 1999). Tämä tarkoittaa ihannetapauksessa mm. järjestelmien tietorakenteiden määrittelemistä siten, että tiedot olisivat samassa muodossa kaikissa järjestelmissä. Tähän ei kuitenkaan yleensä ole mahdollisuuksia, joten tiedonsiirto eri järjestelmien välillä pyritään RHK:ssa ratkaisemaan integraatiopalvelimen avulla. RHK:ssa käsitteiden yhteinen määrittely on useilta osin vielä alkuvaiheessa.

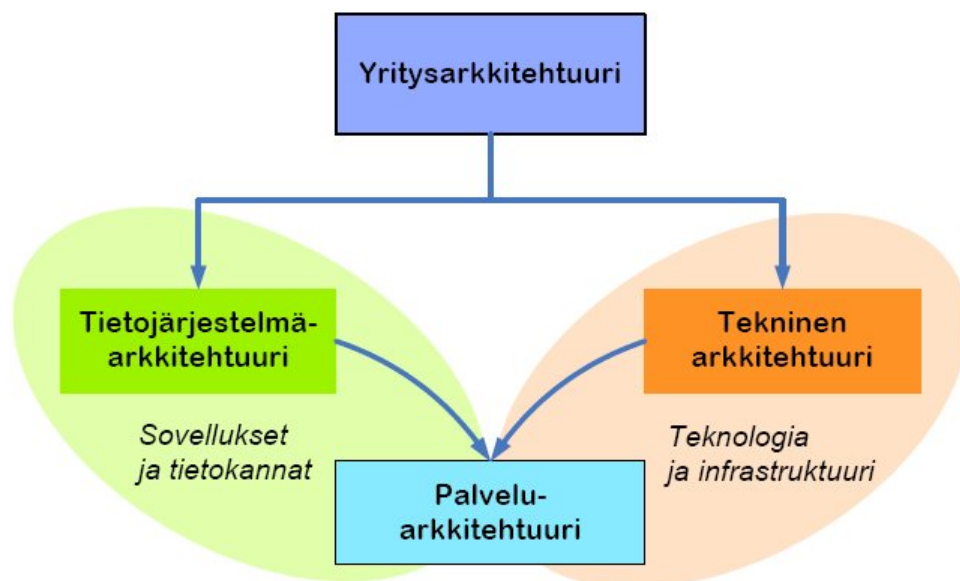
Sovellusarkkitehtuuriin kuuluvat mm. sovellusten tehtävienjako ja ylläpitovastuut, yhteenkuuluvien tietojoukkojen kohdistaminen oikeille sovelluksille, manuaalisten ja automaattisten käsittelyprosessien hallinta sekä tietoturva ja käytettävyys (Ruohonen & Salmela 1999). RHK:n IT-strategiassa on esitetty selkeä kuvaus siitä, millaisia tietojär-

³ RHK:ssa käytetään käsitettä ”informaatioarkkitehtuuri” hieman laajemmassa merkityksessä. RHK:n informaatioarkkitehtuuri määrittelee eri järjestelmien vastuut tiedon säilytyksestä, saatavuudesta ja päivityksestä. Informaatioarkkitehtuurissa kuvataan myös tietojen liittynyt eri toimintoihin ja prosesseihin sekä kuvataan tietojen hierarkkinen rakenne ja tietojen väliset yhteydet RHK:ssa. Näin on mahdollista välttää tietojen hajanaisuus ja useat kopiot eri järjestelmissä. (Eronen 2005a)

jestelmiä tarvitaan tavoitetilassa. Useiden järjestelmien yksityiskohtaisempi määrittely on kuitenkin vielä kesken.

Järjestelmäarkkitehtuurin yhteydessä tunnistetaan järjestelmien mahdollisuudet ja rajoitukset sekä varmistetaan laitteistojen teknisen yhteensopivuuden lisäksi laitteistojen ja ohjelmistojen yhteensopivuus. Samassa yhteydessä pyritään turvaamaan laajennusmahdollisuudet sekä varmistamaan laitteistojen ja ohjelmistojen saatavuus. (Ruohonen & Salmela 1999) RHK:n järjestelmäarkkitehtuuri on RHK:n tietohallinnon vastuulla, joten tietohallinnon antamat ohjeet otetaan tässäkin työssä huomioon vaatimusmäärittelyn yhteydessä. Tietoliikennearkkitehtuuri liittyy organisaatioiden välisen ja sisäisen viestinnän, tiedonsiirron ja yhtenäisen tiedonkäsittelyn turvaamiseen (Ruohonen & Salmela 1999). Nämä kysymykset kuuluvat RHK:n tietohallinnon vastuualueeseen.

Tietotekniikka-arkkitehtuuria laajempi ja vakiintuneempi käsite on *yritysarkkitehtuuri*⁴, joka on korkean abstraktiotason esitys eikä siten ota kantaa osatekijöidensä yksityiskoh- tien toteutukseen. RHK:n yrittysarkkitehtuuri jakautuu kuvan 5 mukaisiin osatekijöihin.

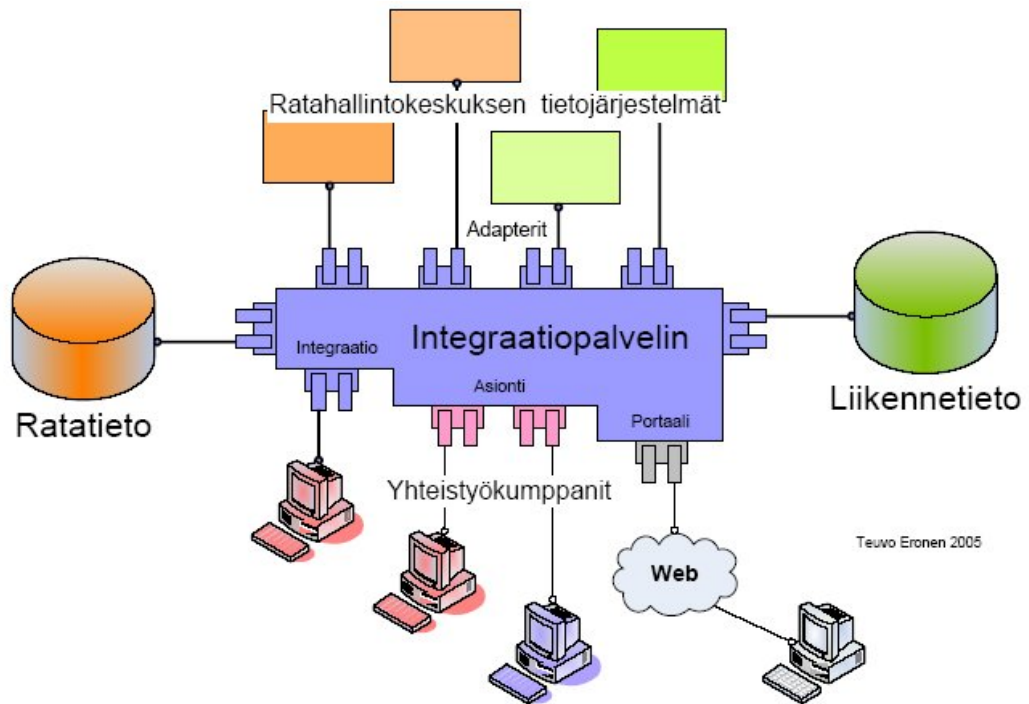


Kuva 5. RHK:n yrittysarkkitehtuuri (Eronen 2005c, 1).

Palveluarkkitehtuurin avulla ohjelmistot ja laitteistot yhdistetään käyttäjien prosesseja tukeväksi konkreettisemmaksi kokonaisuudeksi. RHK:n IT-strategiassa (Eronen 2005a,

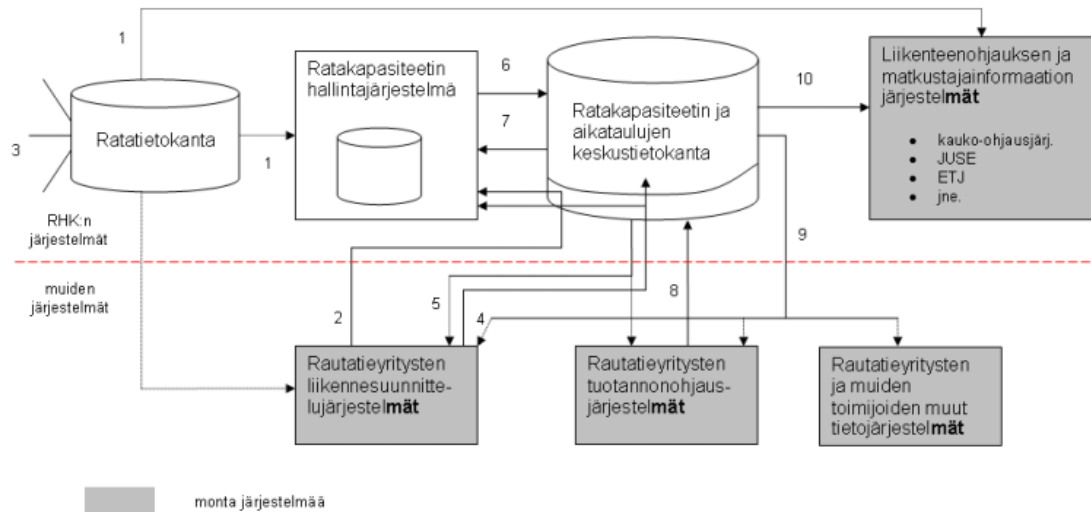
⁴ Yrittysarkkitehtuuri (engl. Enterprise Architecture, EA) voidaan määritellä eri tavoin sen mukaan, tarkastellaanko asiaa ohjelmistotekniikan (software engineering) vai tietojärjestelmäkonsultoinnin (ICT consulting practitioners) näkökulmasta. Tässä työssä jälkimmäinen lähestymistapa sopii paremmin, koska työ käyttää tietojärjestelmätieteen tutkimusotetta. Yrittysarkkitehtuurin laatimisen yhteydessä tarkastellaan siten koko organisaation johtamis- ja liiketoimintaprosesseja sekä tietojärjestelmiä, jonka jälkeen laaditaan suunnitelmat mm. kaikista suunnitelluista tietojärjestelmähankkeista aikatauluineen ja keskinäisine riippuvuuksineen. (Pulkkinen 2005)

8) todetaan vuoden 2007 tavoitetilän kolmannen päämäärän yhteydessä, että parhaiten RHK:n tarpeisiin vastaa palvelupohjainen arkkitehtuuri. Uuden arkkitehtuurin tulee tukea toiminnallisia muutoksia siten, että muutokset saadaan käyttöön mahdollisimman pienillä muutoksilla tietojärjestelmiin. Palveluarkkitehtuurin tarkempaa sisältöä määritetään tällä hetkellä RHK:ssa.



Kuva 6. RHK:n palveluarkkitehtuuri (Eronen 2005c, 2).

RHK:n yritysarkkitehtuuri, palveluarkkitehtuuri ja informaatioarkkitehtuuri yhdistävät useita tietotekniikka-arkkitehtuurin alakokonaisuuksia. Kuvat 6 ja 7 esittävät RHK:n IT-strategiassa linjatun vuoden 2007 tavoitetilän toteutusta. Tämän vuoksi lähes kaikki kuvan 7 järjestelmät ovat vasta esiselvitys- ja määrittelyvaiheissa. Kuvassa 7 esitetystä ratakapasiteetin ja aikataulujen keskustietokannasta eli liikennetietokannasta ja siihen liittyvistä järjestelmistä tehdään erillinen selvitys, jonka välituloksia odotetaan loka-kuussa. Selvitystyöhön päätettiin ryhtyä, koska ratakapasiteetin hallintajärjestelmät eivät tarjoa riittävästi toiminnallisuutta etenkin liikenteenohjauksen tarpeisiin.

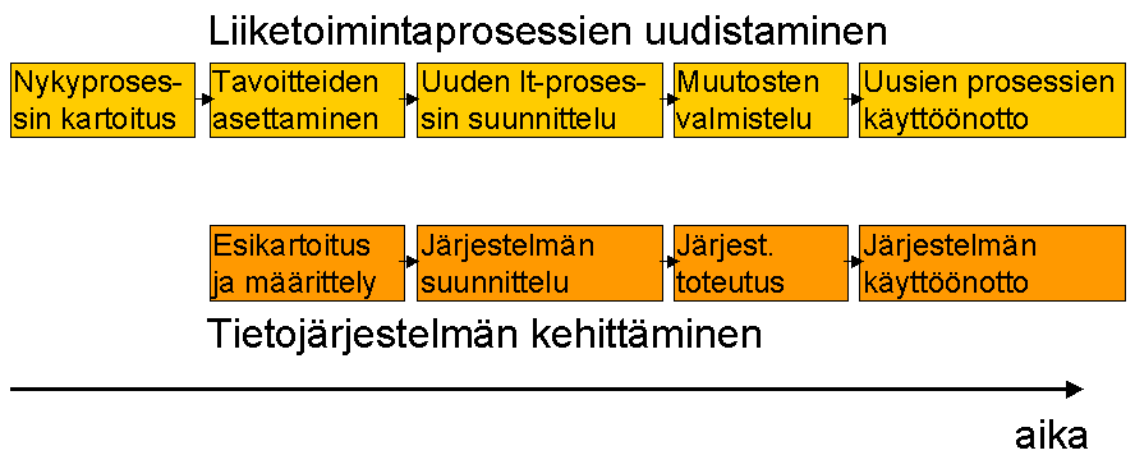


Kuva 7. Liikennetietokanta ja siihen liittyvät järjestelmät.

Liikennetietokantahanke on tämän työn rajauksen ulkopuolella ja vaikuttaa ratakapasiteetin hallintajärjestelmäehdokkaiden arviointiin ainoastaan kriteerien osalta. Tällöin lisäpisteitä saavat sellaiset järjestelmät, jotka voivat sujuvasti käyttää myös muissa järjestelmissä olevia tietoja ja pystyvät tarjoamaan omia tietojaan muille järjestelmille.

3.2.2 Tietojärjestelmien suhde liiketoimintaan

Jotta uudesta tietojärjestelmästä saadaan paras hyöty, järjestelmän hankinnan yhteydessä siihen liittyvät prosessit tulee samanaikaisesti arvioida ja muuttaa siten, että uusi tietojärjestelmä tukee uutta prosessia mahdollisimman hyvin kuvan 8 mukaisesti. Tällöin pyritään parantamaan tehokkuuden lisäksi myös tehollisuutta. (Ruuhonen & Salmela 1999, Turban et al. 2001)



Kuva 8. Tietojärjestelmien ja liiketoimintaprosessien samanaikainen kehittäminen (perustuu lähteeseen Ruuhonen & Salmela 1999).

Näin toimittaessa vältetään kahdentyyppisiä ongelmatilanteita: a) prosessiuudistuksen jälkeen vanhat tietojärjestelmät pakottavat toimimaan uudistusta edeltävällä tavalla tai b) uusista tietojärjestelmistä ei saada kaikkea mahdollista hyötyä, kun toimitaan vanhan prosessin mukaan (Ruohonen & Salmela 1999, Nyby 2002a).

RHK:n ratakapasiteetin hallintajärjestelmää määriteltäessä ollaan toimintatapojen kannalta kokonaan uudessa tilanteessa. Aiemmin VR Osakeyhtiö on ainoana liikennöitsijänä laatinut itse aikataulunsa ja poistanut mahdolliset konfliktit, jonka jälkeen RHK on ainoastaan myöntänyt ratakapasiteetin VRO:n hakemuksen mukaisesti. Usean liikennöitsijän tilanteessa RHK:n rooli ratakapasiteettia jakavana viranomaisena vahvistuu, jolloin on luotava uudet toimintatavat. Uusien toimintatapojen luominen on käynnissä samaan aikaan kaupallisten valmisohjelmistojen arvioinnin kanssa, joten hankittavasta tietojärjestelmästä on siten mahdollista saada suuri hyöty.

3.2.3 Tietojärjestelmien hankinnan erityisvaatimukset

Tietojärjestelmien hankinta vaatii käytännössä osaamista neljältä eri osa-alueelta: 1) johtamistaidot, 2) teknologiaosaaminen, 3) ostotoiminta ja 4) rahoitus. Tietojärjestelmiä voidaan muista organisaation toiminnoista poiketen verrata eläviin organismeihin: nekin tarvitsevat päivittäistä ylläpitoa, jatkuvaa parantamista tai korvaamista ja ajoittaista ominaisuuksien lisäämistä ja laajentamista. Näiden kaikkien tekijöiden vuoksi tietojärjestelmien ostamiseen tulee kiinnittää erityistä huomiota. (Bannister 2004, 1-4)

Ostotoiminnalle voidaan yleensä määritellä seuraavat viisi tavoitetta: oikea tuote, oikea määrä, oikeaan aikaan, oikeasta paikasta ja oikeaan hintaan. Määritelmä toimii hyvin rutiininomaisissa ostoissa. Tietojärjestelmähankinnat ovat kuitenkin projekti- ja investointityyppisiä, joten tämä muistilista ei riitä. Tietojärjestelmähankinnan haastavuus johtuu mm. seuraavista tekijöistä (Bannister 2004, 2-7):

- yhteydet muihin prosesseihin ja järjestelmiin: IT-hankkeita voidaan vain harvoissa tilanteissa viedä läpi täysin irrallaan muusta toiminnasta
- vaatimusmäärittelyn puutteellisuus ja epätasaisuus, jos käyttäjillä ei ole tarkkaa näkemystä siitä, mitä tietojärjestelmän tulisi tehdä
- vaadittava tekninen osaaminen ja ulkopuolisten asiantuntijoiden tarve on lisääntynyt, koska tietojärjestelmät liittyvät yhä keskeisemmin sekä organisaation prosesseihin että muihin tekniikoihin kuten reaaliaikaiseen tiedonsiirtoon
- tekniikan muutosnopeus: IT-tietämyksen puoliintumisaikana pidetään kolmea vuotta, joten sen ajantasalla pitämiseen tulee varautua erikseen
- tietotekniikkaan liittyvän kustannuslaskennan haasteet; Bannister ehdottaa lääkkeiksi arvoketjuanalyysiä ja toimintoperusteista kustannuslaskentaa
- tekniikan vanhentuminen; esimerkiksi työasemien tehokas käyttöikä on 2-4 vuotta verrattuna vaikkapa lentokoneiden 20-30 vuoteen

- tietotekniikkaan liittyvien hyötyjen täsmällinen arviointi on yleensä vaikeaa
- tietotekniikkaostojen kokonaisuutta voi olla vaikea hallita etenkin, jos ostetaan paljon pieniä ja suhteellisen halpoja komponentteja, joiden ostoon ei tarvita erillistä hyväksyntää
- isojen päätösten lisäksi myös pienet päätökset voivat aiheuttaa pitkällä aikavälillä suuria kustannuksia ja muita vaikutuksia organisaation toimintaan
- etenkin uusiin teknisiin ratkaisuihin liittyy riskejä

Edellä esitettyihin haasteisiin pyritään vastaamaan tekemällä sidosryhmäyhteistyötä ja pitämällä RHK:n tietohallinto sekä muut asiantuntijat mukana hankkeessa. Näillä toimenpiteillä mm. vähennetään vaatimusmäärittelyn epätasällisyyttä, hankitaan parempi käsitys soveltuvista rautatietoimialan ja tietotekniikan standardeista ja niiden elinkaaren vaiheesta sekä voidaan ottaa paremmin huomioon järjestelmähankinnan kokonaiskuva.

3.3 Tietojärjestelmien kehittämis- ja hankintamenetelmiä

Tietojärjestelmiä voidaan kehittää useilla menetelmillä, joita ovat esimerkiksi (Turban et al. 2001; Kettunen 2002, 55-65; Nyby 2002a):

- vesiputousmalli
- inkrementaalinen malli / evoluutiomalli
- loppukäyttäjien kehittämät järjestelmät
- protoilu (engl. prototyping) ja eXtreme Programming (XP)
- spiraalimalli

Aina on olemassa vaihtoehto, jossa tietojärjestelmä kehitetään alusta loppuun itse. Käsillä olevassa työssä järjestelmien kehittämiseen tarkoitetut menetelmät voidaan kuitenkin jättää taustalle, koska RHK:n tietohallinnolla ei ole resursseja täysipainoiseen systeemyöhön⁵ kaikkien järjestelmien osalta. Ratakapasiteetin hallintajärjestelmän toiminnallisuus⁶ on varsin laaja eikä kotimaisilla toimittajilla ole kokemusta tällaisesta järjestelmästä, joten voidaan hyvällä syyllä olettaa ulkopuolelta ostettujen määrittely- ja toteutusvaiheiden tulevan kalliiksi ja kestävän liian pitkään. Itsekehittyillä järjestelmillä on lisäksi taipumus muuttua ohjelmistoliiketoiminnaksi kaikkine tarvittavine oheistoimintoineen, mikä on varsin harvoin nopeaa ja kustannustehokasta (Eronen 2005a). RHK pyrkiikin ostamaan käyttämänsä ohjelmistot ja muut tietotekniikkapalvelut valmiina ratkaisuina. Tässäkin tapauksessa voidaan pitää todennäköisenä, että parempi

⁵ Systeemyö kattaa kaikki ohjelmiston tuotantoprosessiin liittyvät osa-alueet projektinhallinnasta ja laaturjestelmästä aina käyttöönottoon ja ylläpitoon asti (Haikala & Märijärvi 2004).

⁶ Toiminnallisuus (engl. functionality) on tietotekniikassa laitteiston tai ohjelmiston käyttäjälleen tarjoama kokonaisuus tai jokin sen osatekijä (Anon. 2005b). Halutun toiminnallisuuden avulla määritellään tuotteen ominaisuuksia ja niitä kokonaisuuksia, joihin ohjelmiston tulee kytetä (Anon. 2005b). Toiminnallisuus on yksi ISO 9126-standardin mukaisista ohjelmiston laatu-tekijöistä (Verkamo 2004).

lopputulos saadaan tutkimalla Euroopassa käytössäolevia valmisohjelmistoja ja räätälöimällä sopivaa valmisohjelmistoa Suomen tarpeisiin.

Edellä mainituista syistä työn fokus on valmisohjelmistojen hankinnassa ja siihen liittyvissä toimintatavoissa. Valmiita ohjelmistoja hankittaessa voidaan käyttää seuraavia lähestymistapoja (Turban et al. 2001, Nyby 2002a):

- *kaupalliset valmisohjelmistot*⁷
- *avoimen lähdekoodin ohjelmistot*⁸

Valmisohjelmistojen erikoistapauksena käsitellään myös *ulkoistamista*, jossa ohjelmiston lisäksi ostetaan ohjelmiston, laitteiston, tietokantojen ja tietoliikenneyhteyksien täydellinen tai osittainen ylläpito.

3.3.1 Kaupalliset valmisohjelmistot ja niiden erityispiirteet

Kaupallinen valmisohjelmisto voidaan määritellä tuotteeksi, jota myydään, vuokrataan tai lisensoidaan julkisesti siten, että tarjolla olevat tuotteet ovat identtisiä, niitä voidaan ostaa monta kappaletta (Meyers & Oberndorf 2001, 13) ja niitä myydään käypään hintaan (Shaffer & McPherson 2002). Meyersin ja Oberndorfin (2001) mukaan valmisohjelmistoa myy voittoa tavoitteleva järjestelmätoimittaja, jonka vastuulla on tuotteen tukipalvelut ja kehittäminen. Asiakkaalla ei yleensä ole mahdollisuutta muokata valmisohjelmiston toimintaa muuttamalla sen lähdekoodia, vaan asiakkaan tulee tyytyä valmistajan tarjoamiin räätälöintityökaluihin.

Keskeistä valmisohjelmistojen hankinnassa on varmistaa, että valittava ohjelmisto tukee yleisesti hyväksyttyjä standardeja⁹ etenkin rajapintojen ja siten järjestelmien välisen tiedonsiirron osalta (Meyers & Oberndorf 2001, 16-17). Eräs rautatietoimialan varsin uusi standardi on railML (Railway Markup Language), joka perustuu XML (eXtensible Markup Language)-tietomuotoon ja mahdollistaa käytännössä rakenteisten tekstidokumenttien siirron eri järjestelmien välillä. RailML-standardiin on määritelty tällä hetkellä aikataulutiedon, ratatiedon ja kalustotiedon esitysmuotoja. Ratakapasiteettihakemusten käsittelyyn standardissa ei vielä ole toiminnallisuutta. RailML:n kehitystyössä on mu-

⁷ COTS = Commercial-Off-The-Shelf (software); COTS-käsite liitetään usein ohjelmistoihin, vaikka sitä käytetään myös muiden tuotteiden yhteydessä. Ks. esim. Clapp & Taub (1998) ja Meyers & Oberndorf (2001).

⁸ OSS = Open Source Software. Koska OSS-lyhenteellä on Euroopan rautateillä vakiintunut, kansainvälisten rautatiereittien koordinointiin liittyvä merkitys One Stop Shop (RHK 2004a, 9), tässä työssä välteetään ko. lyhenteen käyttöä ja puhutaan avoimen lähdekoodin ohjelmistoista.

⁹ Standardi on ”julkisesti saatavilla oleva dokumentti, jossa määritellään rajapintojen, palvelujen, prosessien, tiedonsiirtoprotokollien tai tietomuotojen tekniset tiedot (specifications) ja joka on perustettu ja jota ylläpidetään konsensusperiaatteella” (Meyers & Oberndorf 2001, 15; käännös tekijän).

kana keskieuropalaisten yliopistojen lisäksi useita tässäkin työssä esilläolevia ohjelmistotoimittajia (Anon. 2005c).

Valmisohjelmistojen *hyvinä puolina* pidetään ajan ja kustannusten säästöä kehitystyössä, koska valmisohjelmiston yhteydessä tarvitaan yleensä vain vähäistä räätälöintiä. Lisäksi standardien käyttö vähentää riippuvuutta valmistajakohtaisista ratkaisuista. Valmisohjelmistoja on yleensä käytetty erilaisissa ympäristöissä, joten niitä on testattu enemmän kuin itse kehitettyjä ohjelmistoja. Valmisohjelmistot tarjoavat valinnanvaraa etenkin tilanteissa, joissa ohjelmistolle asetettavat vaatimukset ovat niin yleisiä, että kyseeseen tulevia ohjelmistoja on paljon. Valmisohjelmistoja ja niiden ominaisuuksia voidaan myös käyttää apuna vaatimusmäärittelyssä, jos ei tiedetä tarkkaan, mitä halutaan. (Meyers & Oberndorf 2001, 14-18; Kettunen 2002; TTL 2002, 16)

Valmisohjelmistoihin liittyviä *haasteita* ovat pienempi mahdollisuus vaikuttaa toiminnallisuuteen, koska lähdekoodi on toimittajan hallussa, mahdollisesti korkeat ostokustannukset, riippuvuus järjestelmätomittajasta ylläpidon suhteen sekä eri elinkaaren vaiheisiin painottuva kustannusrakenne ja erilaisen johtamistyylin tarve kuin itsekehittyissä ohjelmistoissa. (Clapp & Taub 1998; Meyers & Oberndorf 2001, 19-22)

Nybyn (2004, 28) mukaan kaupallisia valmisohjelmistoja tulee käyttää silloin, kun ohjelmistolle asetettavat vaatimukset ovat hyvin tiedossa ja/tai vaatimukset eivät ole erityisen ankaria. Itse kehitetyt tai avoimen lähdekoodin ohjelmistot tulevat kyseeseen, kun sopivia kaupallisia ohjelmistoja ei ole saatavilla esim. reaaliaikaisuuden, suorituskyvyn tai vaadittavan turvallisuustason vuoksi (Meyers & Oberndorf 2001, 129).

Jos kaupallista valmisohjelmistoa räätälöidään sellaisilla tavoilla, jotka eivät ole kaikkien ohjelmiston ostajien käytössä¹⁰, lopputulos on *muokattu valmisohjelmisto*¹¹, ellei uusia ominaisuuksia sisällytetä ohjelmiston seuraaviin versioihin. Muokatun valmisohjelmiston käyttöönotto vaatii erityistä harkintaa, koska tällaisen ohjelmiston ylläpito on usein vaikeampaa kuin standardiversioiden. Tämän vuoksi ylläpitovastuusta tulee huolellisesti sopia toimittajan ja ostajan kesken. (Clapp & Taub 1998, 4)

Ratakapasiteetin jakamis- ja yhteensovittamisjärjestelmän yhteydessä varaudutaan siihen, että joudutaan turvautumaan muokattuun valmisohjelmistoon.

¹⁰ Tällaisissa tilanteissa tehdään muutoksia ohjelmiston lähdekoodiin. Yleisesti saatavilla olevina keinoina voidaan pitää ohjelmiston yhteydessä käytettävää skriptikieltä tai muokkainta (editor).

¹¹ engl. ”modified COTS product” tai ”Modified-Off-The-Shelf” (MOTS) (Clapp & Taub 1998)

3.3.2 Avoimen lähdekoodin ohjelmistot

Avoimen lähdekoodin ohjelmistot ovat vapaiden ohjelmistojen (free software) erikoistapaus. Termi on otettu käyttöön Debian/Linux -käyttöjärjestelmän kehitystyön yhteydessä 90-luvun lopulla (Bäckmark 2001, 10). Avoimen lähdekoodin ohjelmistojen suosio perustuu siihen, että alkuperäinen vapaa ohjelmiston lisenssi GPL (GNU¹² Public License) on varsin hankala ohjelmistoliiketoiminnan kannalta. GPL:n alaisen ohjelmiston käyttäjille on annettava lähdekoodiin pääsyn lisäksi mm. vapaa kopiointi-, muokkaus- ja edelleenlevitysoikeus (Anon. 2005d). Avoimen lähdekoodin ohjelmistojen kehittäjät taas voivat valita useista erilaisista lisenssityypeistä tai kehittää tarvittaessa kokonaan uuden (Nyby 2002b, 32-33).

Avoimen lähdekoodin ohjelmistot perustuvat usein lahjakkaiden ohjelmistokehittäjien verkkoyhteisöihin, joissa hyväksi havaittua ajatusta tai tarvetta kehitetään eteenpäin. Ohjelmistokehittäjät osallistuvat tällaisiin projekteihin mm. saadakseen vaihtelua työtehtäviinsä, tehdäkseen itseään tunnetuksi, saadakseen tunnustusta viiteryhmältään sekä parempien työpaikkojen toivossa. (Lerner & Tirole 2000)

Avoimen lähdekoodin ohjelmistoja pidetään yleisesti laadukkaina, koska ohjelmiston lähdekoodi on julkisesti saatavilla ja arvioitavissa, ohjelmistovirheet korjataan tehokkaasti ja uutta toiminnallisuutta voi syntyä innostuneissa verkkoyhteisöissä nopeasti (Nyby 2002b, 51).

Avoimen lähdekoodin ohjelmistoissa on kuitenkin joukko riskejä. Jotta kehittäjäyhteisö saataisiin innostumaan tietyistä projekteista, vaaditaan ensin aktiivista osallistumista ja oman osaamisen näyttämistä verkkoyhteisöissä eikä tulos ole silti välttämättä haluttu. Tuotantokäytössä olevien järjestelmien kannalta tukipalvelujen ja ylläpidon saatavuus kehittäjäyhteisön mielenkiinnon hiipuessa on selkeä riski. Avoimen lähdekoodin ohjelmistoissa voi olla piileviä ongelmia aineettomien oikeuksien suhteen. Edellisten riskien lisäksi kyseiset ohjelmat on usein suunniteltu tekemään tietty toiminto hyvin, jolloin niiden tarjoama toiminnallisuus voi olla hyvin rajallinen. Avoimen lähdekoodin ohjelmistojen tunnistaminen, valinta, kokoaminen toimivaksi kokonaisuudeksi ja integrointi etenkin kaupallisiin valmisohjelmistoihin voi olla työlästä. Näiden riskien vuoksi voidaan todeta, etteivät avoimen lähdekoodin ohjelmistot sovellu tässä työssä tarkasteltavaan järjestelmähankkeeseen.

¹² GNU on itseään toistava (recursive) lyhenne sanoista GNU's Not Unix (Anon. 2005e).

3.3.3 Ulkoistaminen

Organisaation tulee valita, tuottaako se tuotteitaan tai palveluitaan itse vai ostaako se ne ulkopuolelta. Organisaation tulee myös valita, millaista osaamista se haluaa kehittää itse ja mitkä palvelut tuotetaan yhteistyössä kumppaneiden kanssa (Nyby 2004, 37)¹³.

Ulkoistaminen tarkoittaa sellaisten tuotteiden tai palvelujen hankkimista, joita yritys ei halua tehdä tai pysty tekemään itse (Turban et al. 2001, 631). Ulkoistamisen keskeiset hyödyt ja riskit on koottu seuraavaan taulukkoon.

Taulukko 4. Ulkoistamisen hyödyt ja riskit (Sääksjärvi 1998, Turban et al. 2001).

Ulkoistamisen hyötyjä	Ulkoistamisen riskejä
<ul style="list-style-type: none"> • kustannussäästöt, investointitarpeen väheneminen • henkilöstön väheneminen • joustavuuden kasvu • teknisen asiantuntemuksen paraneminen • palvelutason paraneminen • tulos ja kassavirta paranevat • keskittyminen omaan ydinosaamiseen 	<ul style="list-style-type: none"> • kontrollin menetys • strategisen osaamisen siirtyminen ulos • menestymistä ei voi taata • toimittajan osaamisen yliarviointi • toimittajan kiinnostus voi olla rajoitettua etenkin, jos asiakas on pieni • riskit kasvavat häiriötilanteissa • sopimustekninen osaaminen tärkeää • paluu takaisin vaikeaa ja kallista

RHK:n liikennejärjestelmäosaston ydinosaamiseksi¹⁴ voidaan tässä yhteydessä määritellä ratakapasiteetin jakaminen ja yhteensovittaminen. Ulkoistaminen tulee tämän järjestelmän kohdalla kyseeseen tarvittavien laitteistojen ja ohjelmistojen ylläpidon yhteydessä. Ulkoistettavista palveluista ja siihen liittyvien riskien hallinnasta sovitaan järjestelmähankinnan yhteydessä tarkemmin RHK:n tietohallinnon kanssa.

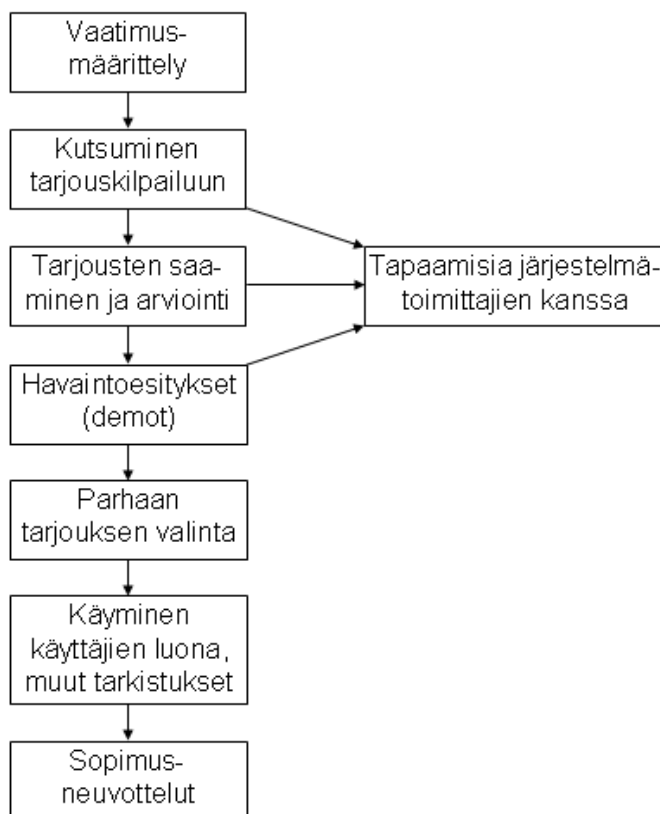
¹³ Erilaisia yritysteorioita kuten transaktiokustannusteoria, ydinosaamisteoria ja resurssipohjainen teoria on käsitelty tarkemmin mm. lähteissä (Blomqvist 2002, 42-) ja (Nyby 2004, 37-42).

¹⁴ Ydinosaamisteorian mukaan yrityksen pitkällä aikavälillä kehittämä korkeatasoinen osaaminen, jota on vaikea ostaa ja kopioida, on ainoa pysyvä kilpailuedun lähde. (Hamel & Prahalad 1990, 81-82; Teece & Pisano 1994, 553) Tästä seuraa, että on tarpeen muodostaa erityyppisiä kumppanuuksia muiden organisaatioiden kanssa, jotta saadaan käyttöön paras mahdollinen osaaminen (Nyby 2004).

3.4 Joitakin tietojärjestelmien hankintamalleja

Tietojärjestelmien kehitystyöhön ja hankintaan on kehitetty suuri joukko erilaisia malleja ja menetelmiä. Menetelmien painopiste on siirtynyt järjestelmien kehittämisestä ja valmistajakohtaisista ratkaisuista järjestelmien hankintaan ja valintaan, valmisohjelmistoihin sekä avoimiin standardeihin ja rajapintoihin¹⁵. Samalla tietojärjestelmäprojektien kestoajan ja kustannusten ennustettavuus ovat nousseet yhä enemmän esille, joten valmiita ja helposti räätälöitäviä ratkaisuja referensseineen pidetään nykyisin usein parempina kuin järjestelmähankkijan vaatimusten täydellistä toteutumista.

Seuraavassa esitellään kaksi hankintaprosessimallia ja verrataan niitä tässä työssä noudatettuun käytäntöön. Mallien esittelyn tarkoitus on havainnollistaa, että malleja on useita erilaisia eikä niiden orjallisen noudattamisen tule olla hankinnan itsetarkoitus, vaikka niistä onkin poimittavissa hyviä toimintatapoja. Ensimmäisenä käsitellään Bannisterin (2004, 275) hankintaprosessia suurille hankinnoille (kuva 9).



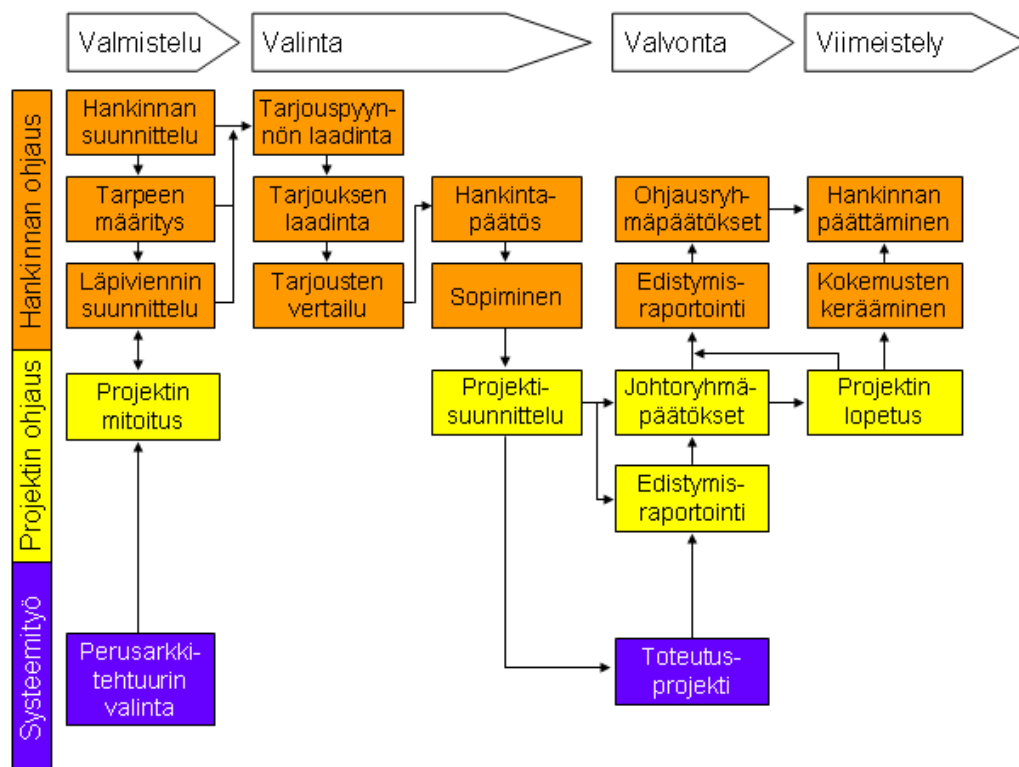
Kuva 9. Suurten hankintojen prosessi (perustuu lähteeseen Bannister 2004, 275).

¹⁵ USA:n puolustus-, tiedustelu- ja julkishallinnon organisaatiot ovat olleet ja ovat edelleen suuri ohjelmistojen ostaja, joten niiden tarpeet ja vaatimukset ovat vaikuttaneet vahvasti ohjelmistotuotannon käytäntöihin muuallakin maailmassa. Kaupallisten valmisohjelmistojen vaatimukset mm. tietoturvan suhteen lähestyvät sotilasjärjestelmien vaatimuksia, joten niitä voidaan käyttää yhä useammin myös sotilasjärjestelmissä itsetekemisen sijaan. (Clapp & Taub 1998, 1; Meyers & Oberndorf 2001, 242-243)

Bannisterin prosessimalli vaikuttaa soveltuvan hyvin tilanteisiin, joissa on selkeä näkemys tarpeista. Tällöin vaatimusmäärittely on mahdollista viedä läpi ennen prosessin alkua. Työssä kuvatun järjestelmähankkeen keskeinen piirre oli se, etteivät käyttäjätarpeet olleet selvillä ennen hankkeen alkua. Hankkeen aikana päästiin selville siitä, millainen toiminnallisuus olisi hyvästä ja mitkä muut hankkeet on syytä ottaa huomioon. Bannisterin mallia sovellettiin tässä työssä ainoastaan vaatimusmäärittelyn, järjestelmiin tutustumisen ja parhaiden järjestelmien valinnan osalta.

Työtä voi seurata tarjouskilpailu, jonka järjestäminen ei ole julkisen sektorin hankkeissa niin yksinkertaista kuin yksityisellä sektorilla. Julkisten hankintojen arvioinnissa käytettävät valintakriteerit on lueteltava ja kuvattava painokertoimineen jo tarjouspyynnössä, jotta niitä voitaisiin käyttää järjestelmävalinnassa (TTL 2002, 49). Jos näin ei menetellä, joudutaan ostamaan halvin järjestelmä (TTL 2002, 49). Lisäksi hankintalaissa (L 1505/1992) on vaatimuksia erikokoisten hankintojen yhteydessä sovellettavasta kilpailuttamismenettelystä (KTM 2004). Näiden tekijöiden sekä arviointikriteereiden täsmen-tämistarpeiden vuoksi tarjouskilpailu voidaan järjestää vasta myöhemmin. Työssä esitetty järjestelmäarvio voi siten tarkentua tarjouskilpailun jälkeen.

Toisena prosessimallina esitellään Tietotekniikan liitto ry:n kehittämä tietojärjestelmän hankinnan 4V-prosessimalli, joka koostuu neljästä päävaiheesta: valmistelu, valinta, valvonta ja viimeistely (TTL 2002, 7). Mallissa tietojärjestelmällä tarkoitetaan asiakkaan tarpeisiin muunnettua valmisohjelmistoa tai asiakaskohtaisesti räätälöityä ohjelmistoa. 4V-mallin mukainen hankintaprosessi esitetään kuvassa 10.



Kuva 10. Tietojärjestelmän hankintaprosessi (perustuu lähteeseen TTL 2002, 7).

Malli perustuu tilanteeseen, jossa tietojärjestelmän hankinta viedään läpi yhtenä projektina (TTL 2002, 7). RHK:n ratakapasiteetin jakamis- ja yhteensovittamisjärjestelmän tapauksessa on päädytty jakamaan hankintaprosessi kahteen osaan, joista ensimmäinen eli tässä työssä käsitelty osa on esiselvitysvaihe. 4V-mallin mukaan tässä työssä käsitellään valmisteluun liittyvät osatekijät ja hankitaan valmiudet tarjouskilpailuun. Osia näistä malleista käytetään työn jälkeen toteutettavien hankintaprojektin tarjouskilpailu-, vertailu-, toteutus- ja käyttöönottovaiheiden valmisteluun siten, että nämä vaiheet voidaan resurssoida ja toteuttaa helposti tämän työn tulosten perusteella.

3.5 Järjestelmän kustannukset ja hyödyt

Järjestelmän kustannukset

Järjestelmän kustannuserät luetellaan seuraavassa taulukossa, jonka jälkeen niitä käsitellään yksityiskohtaisemmin.

Taulukko 5. Uudesta järjestelmästä aiheutuvia kustannuksia.

Kustannuserä	Tarkempi kuvaus	Kustannusarvio	Kustannuserän luonne
Prosessimuutokset	toimintatapojen kuvaus ja muutokset	täsmentämättä	toistuva
Ohjelmiston lisenssi-kustannukset	erilaisia lisenssejä; usein neuvoteltavissa	50 – 1000+	kertaluonteinen
Laitteistokapasiteetin hankinta ulkoa	palvelimet, varmistukset, tietoliikenne...	10 - 50+	jatkuva
Tiedonsiirto muista järjestelmistä	VR:n ja muiden toimijoiden järjestelmistä	täsmentämättä	kertaluonteinen / toistuva
Manuaalisen tiedon syöttö	VR:n ja muiden toimijoiden arkistoista	täsmentämättä	kertaluonteinen
Järjestelmäintegraatio: • räätälöinti • rajapinnat	olemassaolevien tai uusien tietojärj. liittäminen sekä valmisohj. räätälöinti	täsmentämättä	toistuva
Käyttöönottoprosessi	tiedottaminen, koulutus...	täsmentämättä	toistuva / jatkuva
Ylläpitokustannukset	mm. ohjelmistojen päivitys, uudet ominaisuudet	12 - 15% lisenssikust.	jatkuva

Prosessimuutokset eivät liity pelkästään uuteen tietojärjestelmään, vaan organisaation toiminnan kokonaisuuteen. Jotta uudesta tietojärjestelmästä saataisiin paras hyöty, järjestelmän hankinnan yhteydessä siihen liittyvät prosessit tulee arvioida ja mahdollisesti

muuttaa siten, että uusi tietojärjestelmä tukee uutta prosessia mahdollisimman hyvin (Ruohonen & Salmela 1999; Turban et al. 2001).

Ehdokasohjelmistojen lisenssikustannukset ovat 15000 - 100000 €/käyttäjä. Ohjelmistoilla on RHK:ssa ja rautatieyrityksissä yhteensä maksimissaan 20-40 käyttäjää. Yleensä valmisohjelmiston lisenssiin kuuluu vain ohjelmiston käyttöoikeus muiden oikeuksien jäädessä ohjelmiston kehittäjälle (Hecker 2000). Ohjelmistolisensseillä on useita erilaisia hinnoittelumalleja, joita ovat mm. käyttäjien määrä, asennusten määrä, käyttötarkoitus ja se, käytetäänkö ohjelmistoa koko organisaatiossa (Hecker 2000). Lisenssien hinnoissa voi olla neuvotteluvaraa; yleensä annetaan mm. paljousalennuksia. Lisenssikustannukset ovat kertaluonteisia, mutta niitä voidaan käyttää esimerkiksi vuosittaisten ylläpitokustannusten laskentaperusteena.

Järjestelmän käyttöönottoon liittyy muitakin kustannuseriä kuin ohjelmistolisenssit. Eräs kustannustekijä on, mistä ja mihin hintaan järjestelmän *laitteistokapasiteetti* ostetaan. Aiemman käytännön perusteella RHK ei yleensä vastaa käyttämiensä tietojärjestelmien ylläpidosta, joten näin toimittaneen uudenkin järjestelmän kohdalla (Eronen 2005b). Laitteistokustannuksia on siten vaikea arvioida, mutta ne ovat joka tapauksessa vuosittaisia. Kyseinen kustannuserä on olemassa niin kauan kuin järjestelmää käytetään.

Tiedonsiirtoon ja tiedonsyöttöön liittyvät kustannukset ovat vielä täsmentämättä, koska ei tiedetä tarkkaan mm. seuraavia tekijöitä:

- mitä tietoja järjestelmässä itsessään tulee olla tai mitä tietoja se tarvitsee
- mikä organisaatio kyseisiä tietoja nyt hallitsee
- missä formaatissa (esim. manuaalinen arkisto vai tietokanta) tiedot ovat
- miten tarvittavat tiedot saadaan järjestelmän käytettäväksi; esim. siirretäänkö ne järjestelmään jonkin muuntimen (engl. converter) avulla vai käytetäänkö niitä suoraan toisesta järjestelmästä rajapinnan yli
- kuka tekee tiedonsiirtoon tai rajapintojen rakentamiseen liittyvän työn
- mitä tiedon saanti uuden järjestelmän käyttöön maksaa

Osa näistä kustannuksista voi olla kertaluonteisia ja osa toistuvia tai jatkuvia. Kustannuserien luonne riippuu siitä, kenen hallitsemassa järjestelmissä tieto jatkossa sijaitsee: jos järjestelmät ovat RHK:n hallinnassa, tiedonsiirtokustannukset ovat kertaluonteisia, mutta tietojen ollessa muiden toimijoiden järjestelmissä tiedonsiirtokustannukset ovat todennäköisesti jatkuvia. Toisaalta RHK:n omien järjestelmien perustaminen edellyttää suuriakin investointeja, joita on tähän mennessä pyritty välttämään.

Järjestelmäintegraatiokustannukset eli järjestelmätoimittajan tekemien ohjelmistojen, aiemmin kehitettyjen omien ohjelmistojen sekä muiden osapuolten tekemien ohjelmistojen räätälöinti- ja sovittamiskustannukset jäävät myös täsmentämättä, koska tarvittavan työn määrästä ei voida vielä esittää arviota.

Järjestelmän *käyttöönottovaiheen* keskeisiä kustannuseriä ovat edellämainittujen lisäksi *tiedottaminen* ja *koulutus*. Tiedottamisella vaikutetaan siihen, miten käyttäjät kokevat järjestelmän suunnittelu- ja käyttöönottovaiheen ja millaisen asenteen he ottavat järjestelmään. Jos tiedottaminen hoidetaan huonosti, asenteet järjestelmää kohtaan muuttuvat usein negatiivisiksi, syntyy muutosvastarintaa ja järjestelmän käyttöönotto joko hidastuu tai epäonnistuu kokonaan.

Tiedottamisen lisäksi koulutuksella edesautetaan järjestelmän nopeampaa omaksumista ja sen muuttumista osaksi työrutiineja. Koulutus aiheuttaa kuitenkin monenlaisia kustannuksia: kouluttajan palkkion ja koulutustilan vuokran ottaminen huomioon ei riitä, vaan koulutettaville maksetaan koulutusajaltakin palkkaa ilman heidän työtehtäviinsä liittyvää normaalia työsuoritusta (Eronen 2005b).

Ylläpitokustannuksiin kuuluvat mm. ohjelmiston toimintaa parantavat tai toivottuja ominaisuuksia lisäävät päivitykset. Nämä kustannukset ovat yleensä vuosittaisia ja ne voivat muodostua merkittäväksi kustannuseräksi sekä kaupallisten valmisohjelmistojen että itse tehtyjen ohjelmistojen yhteydessä. Ylläpitokustannuksiin voidaan lukea myös tiedonsiirtokustannukset, jos tieto sijaitsee muiden toimijoiden järjestelmässä.

Toinen merkittävä ylläpitoon liittyvä kustannuserä ovat *pääkäyttäjän palkkakustannukset* (Eronen 2005b). Pääkäyttäjää tarvitaan järjestelmän päivittäiseen ylläpitoon liittyvissä toiminnoissa ja ongelmanratkaisutilanteissa etenkin silloin, kun verkkoyhteys ei toimi. Ylläpitokustannuksiin tulee lukea myös erilaiset *piilokustannukset* kuten ohjelmiston opettelu, harjoittelu, käyttäjien toisille käyttäjille antama epävirallinen tuki, virhetilanteiden selvittely ja käyttökatkot (TTL 2002, 17).

Kun kaikki keskeiset rahalliset kustannuserät on käsitelty, on syytä vielä tehdä yhteenveto *järjestelmän käyttöönottoon liittyvistä kustannuksista*. Näitä eriä ovat:

- ohjelmistojen lisenssikustannukset
- ohjelmistojen räätälöinti- ja sovittamiskustannukset
- tiedottaminen
- prosessimuutokset
- koulutus

Lisäksi on otettava huomioon järjestelmän suunnitteluun, tarjousprosessiin ja käyttöönottoon *kuluva aika* ja muusta työstä pois oleva *työpanos*.

Järjestelmän hyödyt

Taulukossa 6 käsitellään uuden järjestelmän hyötyjä. Ensimmäiset hyödyt ovat abstrakteja, joiden jälkeen siirrytään konkreettisempiin, RHK:lle ominaisiin hyötyihin. Osaa hyödyistä on käsitelty jo aiemmin, joten tässä yhteydessä tehdään yhteenveto järjestelmän hyödyistä.

Taulukko 6. Uudesta järjestelmästä saatavia hyötyjä.

Hyöty	Laskentaperuste tai tarkempi kuvaus	Arvio hyödyistä
RHK:n toimialaan kuuluvan tietopääoman parempi hallinta	Tietopääoma ja sen hallinta on jatkossa yhä keskeisempi menestystekijä	kriittinen RHK:n toiminnan kannalta
Rautatiesektorin julkisuuskuvan säilyminen	goodwill-arvo; imago, rautatiesektorin kilpailukyky ja joustavuus	merkittävä
Yhteiskunnan saama hyöty kilpailun lisääntyessä	jos useampi liikennöitsijä ja kilpailu tervettä	mahdollinen; työn rajauksen ulkopuolella
RHK:n säästämät henkilökustannukset, jos kyseessä uusi toiminto	n * (arvioitu henkilön palkkakustannus / vuosi)	selvittämättä
RHK:n säästöt maksuissa, jos kyseessä vanha toiminto, josta nyt maksetaan	n * pyydetty toimenpide, jolla tietty yksikköveloitus	selvittämättä
VRO:n ja muiden operaatoreiden säästämät henkilöstökustannukset	n * (arvioitu henkilön palkkakustannus / vuosi)	työn rajauksen ulkopuolella
Tiedonkäsittelyn vähentyminen, tiedonhaun nopeutuminen	riippuu työtehtävistä, mutta koskee lähes kaikkia RHK:n työntekijöitä	laadullinen hyöty; arvioitava erikseen
Ratatöiden sijoittaminen liikenteen väliin nykyistä helpommin	yö- ja viikonlopputyön siirtyminen osittain päiväsaikaan tehtäväksi	säästöjä urakka- ja häiriökustannuksissa
Ratakapasiteetin käytön tehostuminen turvallisuudesta tinkimättä	integraatio liikenteenohjauksen järjestelmiin; dynaaminen ajoajan laskenta	lisäjunien suunnittelun helpottuminen
Rataverkon suunnittelun parantuminen esim. simulointityökalujen avulla	investoinnit sinne, missä tarve lisäkapasiteetille on suurin	yhteiskuntataloudellinen hyöty; arvioitava erikseen tapauskohtaisesti

Uusi järjestelmä ei suoranaisesti paranna rautatiesektorin julkisuuskuva tai yhteiskunnan saamaa hyötyä, mutta se vaikuttaa näiden tekijöiden edellytyksiin. Julkisuuskuva liittyy siihen, miten rautatiesektorikokonaisuutta arvostetaan tai arvostellaan julkisuudessa. Jos ratakapasiteetin jakamis- ja yhteensovittamisjärjestelmän käyttöönotto viivästyy häiriten RHK:n ja liikennöitsijöiden toimintaa, suurimmat julkisuus- ja liiketoimintahaitat koituvat VR Osakeyhtiölle, koska se on suurin liikennöitsijä ja lähimpänä asiakkaitaan. Lisäksi VRO:n ja sen tulevien kilpailijoiden asiakkaiden kokemukset toiminnan sujuvuudesta tai sujumattomuudesta yllättävien tavarankuljetustarpeiden yhteydessä vaikuttavat tuleviin kuljetuspäätöksiin. Yhteiskunnan saamaa hyötyä taas on vaikea analysoida, koska sen laskemiseen tarvittaisiin liikennöitsijöiden luottamuksellista tietoa ennen kilpailun avaamista ja sen jälkeen. Vaikka tieto olisikin saatavissa, törmätään kansantaloustieteestä ja laskentatoimesta tuttuihin arvostus- ja mittausingelmiin. Tämän työn osalta riittänee todeta, että EU:ssa kilpailun avaaminen on katsottu hyödylliseksi.

RHK:n IT-strategiassa (Eronen 2005a) todettiin, että RHK:n vuoden 2007 tavoittilan ensimmäinen päämäärä on tietopääoman ottaminen Ratahallintokeskuksen hallintaan. Nykytilanteessa RHK:n tarvitsema tietopääoma on hajallaan eri järjestelmissä, joita hallitsevat RHK:n lisäksi VRO ja VRR. Tilanteesta seuraa useita ongelmia (Eronen 2005a):

- samasta tiedosta saattaa olla useita kopioita, joten tietojen päivitys vaikeutuu
- tietoa ei saada käyttöön riittävän helposti ja tiedon laatuun liittyy epävarmuutta
- keskeiset yksiköiden toimintaa palvelevat tietojärjestelmät puuttuvat
- järjestelmien välillä on laajat suorat sidokset (engl. point-to-point -integration), jonka seurauksena kokonaisuuden hallinta on hankalaa ja kallista

RHK:n IT-strategian mukaan tiedonhallinnan taso korreloi vahvasti sen kanssa, kuinka hyvin RHK:lla on mahdollista suoriutua sille laissa määritellyistä tehtävistä (Eronen 2005a). Tiedonhallinnassa auttavat lähivuosina määriteltävät ja hankittavat, luvussa 3.2.1 luetellut uudet tietojärjestelmät, joista ratakapasiteetin hallintajärjestelmä on yksi.

RHK:n osalta voidaan pohtia, johtuvatko järjestelmän mahdollistamat kustannussäästöt siitä, että

1. kyseessä on täysin uusi toiminto, jonka suorittamiseksi jouduttaisiin palkkaamaan uutta henkilöstöä, vai siitä, että
2. järjestelmän avulla saadaan omaan hallintaan joukko vanhoja toimintoja, joista on tähän mennessä maksettu

Kummassakin tapauksessa voidaan arvioida järjestelmän kustannussäästöjä joko tulevien henkilöstö- tai nykyisten toimenpidekustannusten perusteella. Helpoimmin lasketavissa olevat hyödyt uudesta järjestelmästä saadaan henkilöstösäästöjen ansiosta: ilman järjestelmää etenkin RHK, mutta myös VRO joutuisivat palkkaamaan enemmän henkilökuntaa vastaaviin tehtäviin.

Uuden tietojärjestelmän keskeinen, mutta vaikeasti arvioitavissa oleva hyöty on tiedon laadun parantuminen (vrt. taulukko 2 luvussa 3.1). RHK:ssa tästä saadaan monia hyötyjä: kustannussäästöjen lisäksi suunnitteluprosessit nopeutuvat tarkistusten ja manuaalisen tietojenkäsittelytyön vähentyessä. Suunnitteluprosessien nopeutumisesta huolimatta niiden tuotosten laadun voidaan olettaa pysyvän vähintään nykyisellään, jos tietojärjestelmään syötetty tieto on ajan tasalla ja helposti saatavilla. Voidaan jopa todeta, että tiedon laadun parantuminen on keskeinen syy uusien tietojärjestelmien hankinnassa, vaikka tiedon laadun parantumisen täsmällisiä vaikutuslaskelmia on usein vaikea laatia.

Eräs järjestelmältä odotettava hyöty on ratatöiden nykyistä helpompi sijoittaminen liikenteen väleihin, jolloin yö- ja viikonlopputyötä voitaisiin tehdä nykyistä enemmän päiväsaikaan. Tällöin saavutetaan säästöjä urakka- ja häiriökustannuksissa sekä läpinäkyvyyttä ratakapasiteetin käyttöön turvallisuudesta tinkimättä. Tämä edellyttää, että liikenteenohjauksella on näkymä järjestelmään. Kyseisen näkymän ja luvussa 2.1.2 käsitellyn dynaamisen ajoajan laskennan avulla liikenteenohjaus voi myös nykyistä helpommin lisätä uusia junia graafiseen aikatauluun tai poistaa niitä, jolloin ratakapasiteetin käyttö on tehokasta liikenteenohjaajan kokemuksesta riippumatta ja muutoksia ratakapasiteetin käyttöön voidaan tehdä nykyistä lyhyemmällä varoitusaajalla.

Jos ratakapasiteetin käyttöä pystytään tehostamaan, joissakin tilanteissa infrastruktuuri-investointia voidaan lykätä luvun 2.1.2 mukaisesti. Tällöin järjestelmän suora hyöty on investoinnin korkokustannus. Aikataulusuunnittelujärjestelmiin yleensä liittyvä simulointitoiminnallisuus mahdollistaa investointien tarkemman kohdistamisen sekä luvussa 2.1.3 käsitellyn vakioaikataulukonseptin mukaisen haluttuun palvelutasoon perustuvan infrastruktuurisuunnittelun.

3.6 Järjestelmän riskianalyysi ja riskeihin varautuminen

Tässä luvussa käsitellään ratakapasiteetin hallintajärjestelmän hankintaan liittyviä riskejä. Toisiin riskeihin pystytään vaikuttamaan ja varautumaan omalla toiminnalla melko hyvin, toisiin taas vähemmän. Analyysin tarkoitus on tunnistaa, millaisia riskejä hankintaan liittyy ja esittää, miten niihin voidaan varautua. Riskianalyysissä riskit voidaan jakaa seuraavien otsikoiden mukaisiin riskialueisiin. Jaottelu on kuvattu lähteessä (TTL 2002, 34-35).

Liiketoimintaan liittyvät riskit

Toiminnan tarpeita ei välttämättä tunneta riittävän hyvin eikä suunniteltua muutosta pystytä toteuttamaan. Tähän pyritään vastaamaan siten, että järjestelmän vaatimusmäärittelyyn osallistuu henkilöitä sekä RHK:sta että VR Osakeyhtiöstä. Viime vuosien nopeasta kehityksestä huolimatta liiketoiminnan muutosnopeus rautatietoimialalla esimerkiksi ohjelmistoliiketoimintaan verrattuna ei kuitenkaan ole niin suuri, että se vaikuttaisi nopeasti myös hallintoprosesseihin. Hankittavan järjestelmän arkkitehtuurin tulee kuitenkin mahdollistaa helpot muutos- ja laajennustyöt.

Projektin monimutkaisuuden tuomat riskit

Ratakapasiteetin jakamis- ja yhteensovittamisjärjestelmän hankintaprojekti on RHK:n liikennejärjestelmäosaston vastuulla eikä siihen osallistu tietohallintoa lukuunottamatta muita RHK:n yksiköitä. Järjestelmän onnistunut käyttöönotto edellyttää kuitenkin saatontta yhteistyötä liikennöitsijöiden kanssa sekä erillisen käyttöönottoprojektin perustamista.

Projektin ensimmäisen osan eli järjestelmien arvioinnin osalta projekti pyritään kuvaamaan ja vaiheistamaan hyvin. Samoin sen riippuvuudet muista tietojärjestelmähankkeista pyritään selvittämään. Samalla varaudutaan yllättäviinkin tiedonsiirtotarpeisiin järjestelmästä toiseen mm. vaatimalla hankittavalta järjestelmältä avoimien standardien ja rajapintojen käyttöä.

RHK:n IT-strategiaan liittyen RHK:n ja muiden toimijoiden roolien ja tietojärjestelmien määrittely ei ole vielä kaikilta osin valmis. Pitkällä aikavälillä monet liikennöitsijän tällä hetkellä hoitamista toiminnoista siirtyvät RHK:n vastuulle. Siirtymävaiheessa on ratkaistava useita kysymyksiä mm. tietojen sijainnin ja päivityksen suhteen. Tämän järjestelmän kannalta on havaittavissa seuraavia riskejä:

- Ovatko järjestelmän tarvitsemat tiedot helposti saatavilla sekä säilytystavan puolesta että sopimusteknisesti?
- Miten muiden toimijoiden tällä hetkellä hallinnoimat tiedot siirretään järjestelmään tai saadaan sen käyttöön ennen käyttöönottoa?

RHK:n IT-strategiassa (RHK 2005a, 5-) ehdotetun kokonaisvaltaisen järjestelmäselvitystyön sekä RHK:n ja muiden toimijoiden välisten että RHK:n sisäisten tietovirtojen kuvausten tuloksia seurataan työn aikana, vaikka ne ovatkin osittain työn rajauksen ulkopuolella.

Projektin henkilöresursseihin liittyvät riskit

Tämä riskialue vaikuttaa hankittavan järjestelmän kannalta hyvin kriittiseltä. RHK:ssa ei juurikaan ole kokemusta tai osaamista aikataulusuunnittelusta, joten valmisjärjestelmien toiminnallisuuden ymmärtämiseksi tulee tehdä työtä. Samoin liikennejärjestelmäosaston henkilöstön teknisen ja tietojärjestelmäosaamisen taso vaihtelee varsin paljon riippuen kunkin työntekijän aiemmasta kokemuksesta ja työtehtävistä. Tutkittavat valmisohjelmistot ovat myös kaikille projektiin osallistujille ennestään tuntemattomia. Esitettyihin haasteisiin vastataan siten, että projektiin osallistuvat osaston työntekijät ristiinkouluttavat toisiaan ja projektin aikana on paljon viestintää.

Toisaalta voidaan todeta, että henkilöstön sitoutumiseen ja motivaatioon liittyvät seikat ovat kunnossa: osaston johto ja projektin henkilöstö on sitoutunut valitsemaan hyvän järjestelmän ja avainhenkilöt pysyvät samoina koko projektin ajan.

Sovellettavan tekniikan riskit

Nämä riskit liittyvät tekniikan vanhentuneisuuteen tai uutuuteen, väärään arvioon tarvittavasta kapasiteetista tai siihen, että laitteistoa tai ohjelmistoa joudutaan räätälöimään paljon. Näihin riskeihin vastataan pyrkimällä valitsemaan järjestelmä, josta on jo käytökokemuksia useissa muissa Euroopan maissa. Järjestelmän arkkitehtuurin on hyvä olla sekä toiminnallisesti joustava että skaalautuva ja sen tulee sopia RHK:n yritysarkkitehtuuriin.

Järjestelmätoimittajaan, asiakkaisiin ja yhteistyökumppaneihin liittyvät riskit

Järjestelmätoimittajariskit liittyvät yleensä kyseisen yrityksen vakavaraisuuteen, yrityksen kokoon suhteessa projektin kokoon ja kiinnostukseen. Riskeihin vastataan arvioimalla järjestelmätoimittajaan liittyviä tekijöitä erikseen sekä suosittelemalla vain toimittajia, joilla on sopivia referenssejä ja tyytyväisiä käyttäjiä. RHK:n suurin asiakas on VR Osakeyhtiö, joka on mukana järjestelmähankinnassa yhteistyökumppanina.

Projektin hallinnan riskit

Projektinhallinnan yleisiä riskejä ovat mm. projektipäällikön ja projektiin osallistuvien henkilöiden vähäinen kokemus projekteista ja projektihallinnan prosesseista ja tekniikoista sekä projektin aikana esiin nousevat yllättävät muutosvaatimukset. Riskeihin vastataan projektin osapuolten keskinäisellä viestinnällä, RHK:n tietohallinnon ottamisella mukaan projektiin, projektikokonaisuuden pilkkomisella hallittavissa oleviin osiin

ja tekemällä päätöksiä siitä, mitkä asiakokonaisuudet hoidetaan tietyssä projektissa ja mitä kokonaisuuksia varten perustetaan uusi projekti.

Investoinnin lopputulokseen liittyvät riskit

Investoinnin lopputulokseen liittyvät riskit liittyvät yleensä siihen, että projektin kesto-aika on pitkä eikä kaikkia sidosryhmiä ole informoitu riittävästi, joten lopputulosta vastustetaan. Ostettu järjestelmä voi olla myös vaikeakäyttöinen ja/tai joustamaton, sen tekniikka voi olla vanhentunutta sekä ylläpidon saatavuus ja jatkuvuus epävarmaa.

Ehdokasjärjestelmien käytettävyyttä ja tietoteknisiä ratkaisuja tarkkaillaan erikseen esittelytilaisuuksissa. VR Osakeyhtiö ja järjestelmän tulevat käyttäjät otetaan mukaan hankkeeseen. Järjestelmän nykyisten käyttäjien kokemukset kertovat jotakin siitä, mitä voi olla odotettavissa. Ylläpidon jatkuvuuden varmistamiseksi valittavalla järjestelmällä tulee olla useita eurooppalaisia asiakkaita.

3.7 Nykyiset ratakapasiteettiin liittyvät tietojärjestelmät

Seuraavassa kuvataan lyhyesti ne nykyiset tietojärjestelmät, joissa on ratakapasiteetin jakamiseen ja yhteensovittamiseen tarvittavia tietoja. Samalla arvioidaan, miten järjestelmiä käytetään jatkossa ja miten ne liittyvät käsillä olevaan hankkeeseen.

3.7.1 AIKS

AIKS eli VR Osakeyhtiön aikataulusuunnittelun atk-järjestelmä on vuosina 1987-1988 käyttöönotettu IBM:n DB2-tietokantaa käyttävä keskuskonepohjainen tietojärjestelmä (Kangas 1995). Järjestelmää käytetään Windows-työasemassa emulaattoriohjelman merkkipohjaisessa käyttöliittymässä ja sitä ylläpitää nykyisin WM-Data Oy. Järjestelmä sisältää käytännössä kaiken VR Osakeyhtiön aikataulusuunnittelussa tarvitseman tiedon eli junien aikataulut, kulussaolotiedot, vetokalustotiedot ja ratatiedon¹⁶ (Malmisalo & Perttula 2005). Järjestelmää voi käyttää maksimissaan 16 käyttäjää yhtäaikaan siten, että ainoastaan yksi käyttäjä voi muuttaa samaan aikaan samaa tietoa (Malmisalo & Perttula 2005). Järjestelmän käyttäjillä on joko päivitys- tai lukuoikeudet järjestelmän tietoihin; esimerkiksi ratatietojen päivitysoikeus on vain kolmella käyttäjällä. (Malmisalo & Perttula 2005)

¹⁶ AIKS:ssa oleva ratatieto kattaa seuraavat elementit: rataosien pituudet, liikennepaikkojen väliset etäisyydet, suojastusvälit eli opastimien sijainti sekä merkittävät pituuskaltevuudet. Tämä tarkkuus riittää vain aikataulusuunnittelun tarpeisiin: esim. RHK:n rataverkko-osasto tarvitsee lisäksi tietoa mm. rataelementtien kuten kiskojen, pölkkyjen ja vaihteiden tyypeistä ja iästä.

AIKS:n käyttäjillä on näkymä samaan, ajantasaiseen tietokantaan, josta he poimivat räätälöityjen sovellusten sekä muuntimien avulla tietoja tarpeidensa mukaan. AIKS on useiden muiden tietojärjestelmien tietolähde ja AIKS:n tietosisältöä muutettaessa AIKS lähettää päivitysimpulssin muille järjestelmille. Uuden junan lisääminen sekä olemassa-olevan junan muokkaaminen ja poisto onnistuvat varsin helposti. AIKS:n toiminnallisuutta onkin kehitetty vuosien varrella käyttäjien toivomaan suuntaan. (Malmisalo & Perttula 2005, Paasikivi 2005b)

AIKS on toimiva, mutta iäkäs järjestelmä eikä se enää vastaa nykyaikaiselle tietojärjestelmälle asetettaviin vaatimuksiin. Järjestelmän perusylläpito ei ole kallista, mutta kaikki muutokset räätälöityihin sovelluksiin ja järjestelmän tuottamiin raportteihin on tilattava järjestelmätoimittajalta erillistä korvausta vastaan (Paasikivi 2005b). AIKS:n käytettävyys¹⁷ ei enää vastaa nykyajan vaatimuksia: esimerkiksi tulostuksen yhteydessä joudutaan käyttämään useita eri sovelluksia eikä WYSIWYG¹⁸-toimintatapa ole merkkipohjaisessa järjestelmässä mahdollinen. Järjestelmän tulosteet eivät aina ole virheettömiä, joten niitä voidaan joutua korjaamaan käsityönä. Järjestelmän toimintanopeus riippuu keskuskoneen kuormituksesta. Järjestelmän käytettävyyttä heikentää junien poikkeuskulupäivien ja liikennepaikkojen lisäämisen tai poistamisen työläys, koska tällaiset muutokset joudutaan päivittämään käsityönä juna kerrallaan. Esimerkiksi Kivihaan puolenvaihtopaikan lisääminen rataosalle Pasila-Huopalahti vaikutti 526 junan aikatauluun. Liikennepaikkojen lisäyksen tai poiston vaikeuden vuoksi AIKS sisältää paljon lakkautettuja liikennepaikkoja. (Malmisalo & Perttula 2005, Paasikivi 2005b)

Järjestelmässä ei ole aikataulusuunnittelua helpottavia ominaisuuksia kuten dynaamista ajoajan laskentaa, konfliktien tunnistusta tai graafista käyttöliittymää. Aikataulusuunnittelijoiden tuleekin tietää, muistaa ja tarkistaa hyvin paljon rataverkkoon ja järjestelmään liittyviä tekijöitä. Suunnittelijoiden työmäärä voi ajoittain nousta suureksi aikataulukauden vaihtumisen, liikennepaikan lisäämisen tai vaikkapa yhden suunnittelijan sairasloman vuoksi. Ongelmat on tähän mennessä ratkaistu aikataulusuunnittelijoiden tekemällä ylityöllä. (Malmisalo & Perttula 2005, Paasikivi 2005b)

VR Osakeyhtiössä ollaan käynnistämässä hanketta AIKS:n ja seuraavaksi esiteltävät KULTU:n sekä KULTSU:n korvaamiseksi kehittyneemmillä järjestelmillä. AIKS-järjestelmän puutteet näkyvät myös ratakapasiteetin hallintajärjestelmän vaatimusmäärittelyssä: VRO tekee yhteistyötä RHK:n kanssa, jotta molemmat osapuolet päätyisivät

¹⁷ Käytettävyys (engl. usability) voidaan määritellä tuotteen ominaisuudeksi, jonka osatekijöitä ovat johdonmukaisuus, hallittavuus, sopiva esitystapa, virheiden sieto, muistettavien asioiden määrä, tehtävään sopivuus ja opastavuus (Keinonen 1998). AIKS-järjestelmä ei näillä kriteereillä ole kovinkaan käytettävä.

¹⁸ WYSIWYG = What You See Is What You Get; esim. tekstinkäsittelyohjelma tai julkaisujärjestelmä, jossa käyttäjä näkee ennen tulostusta, millaiselta lopullinen tuloste näyttää (Anderson 1998).

samaan tai toisen osapuolen järjestelmää vain vähäisellä räätälöinnillä ymmärtävään järjestelmään. (Paasikivi 2005b)

AIKS:n yhteydessä on huomattava, että RHK:n liikennejärjestelmäosasto on teettämässä selvitystyötä kuvan 7 järjestelmäkokonaisuudesta, johon kuuluu myös muille RHK:n tietojärjestelmille tietoa syöttävä aikataulutietokanta. AIKS:n ja KULTU:n korvaavat järjestelmät ovat VRO:n hankkeita, kun taas RHK:n on pystyttävä hallitsemaan rautatieyhteyksien aikataulutietojen lisäksi myös kaikki muu ratakapasiteetin käyttö. VRO:n liikenne muodostaa ratakapasiteetin käytöstä jatkossakin suuren osan, mutta tämän lisäksi rataverkkoa voivat käyttää tulevien liikennöitsijöiden lisäksi monet muutkin toimijat kuten urakoitsijat ja museoliikennöitsijät. Tämän vuoksi RHK:lla on oltava kokonaisnäkemys siitä, mitä rataverkolla tapahtuu. Kokonaisnäkemykseen tarvitaan RHK:n omaa aikataulu- ja liikennetietokantaa.

3.7.2 KULTSU ja KULTU

KULTSU (kuljetustuotannon suunnittelujärjestelmä) ja KULTU (kuljetustuotannon ohjausjärjestelmä) ovat AIKS:n tapaan VR Osakeyhtiön IBM DB2-tietokantaa käyttäviä keskuskonepohjaisia tietojärjestelmiä, jotka on otettu käyttöön 1980-luvun lopulla lähes samanaikaisesti AIKS:n kanssa. (Paasikivi 2005b, Vuorenalusta & Laiho 2005)

KULTSU-järjestelmällä suunnitellaan VR Osakeyhtiön kuljetustuotanto. Järjestelmässä on tiedot mm. vetokalustosta, junien massoista, vaunuryhmien käsittelystä liikennepaikoilla ja kuljetusketjuista eli vaunujen vaihtamisesta junasta toiseen. KULTSU- ja KULTU-järjestelmissä keskeinen käsite on junakortti, jossa on mm. junan lähtö- ja määräasemat, kulkupäivät, junatieto ja vaunun sijainti junassa, junan käsittelytiedot ratapihoilla, vaunuryhmät ja kuljetusketjut. Junakorttien aikataulutieto tulee AIKS:sta ja junakorttien mahdolliset virheet voidaan korjata KULTSU:ssa. (Paasikivi 2005b, Vuorenalusta & Laiho 2005).

KULTSU-järjestelmää käytetään perussuunnitteluun siten, että järjestelmään syötetään myös säännöllisen liikenteen ratakapasiteetin muutosajankohtien (RHK 2004a, 28) yhteydessä haettu ratakapasiteetin käyttö. Muutokset KULTSU-järjestelmään syötettyyn suunniteltuun liikenteeseen tehdään KULTU:n kautta. Tällaisia muutoksia ovat mm. lisäjunat ja junien peruutukset. (Paasikivi 2005b, Vuorenalusta & Laiho 2005)

KULTU:lla tehdään reaaliaikainen kuljetussuunnittelu ja kulkuunpano. Junakortin tietojen lisäksi KULTU:sta nähdään junan todellinen kokoonpano, johon kuuluvat vaununumerot ja vaunujen järjestys junassa. KULTU:ssa on tieto myös yksittäisten vaunujen tarkasta sijainnista raiteen tarkkuudella. AIKS:sta poiketen KULTU:un on viime vuosina rakennettu keskuskoneyhteyden vaativa Windows-käyttöliittymä Caravan-KULTU (Paasikivi 2005b, Vuorenalusta & Laiho 2005)

KULTSU ja KULTU ovat aikanaan edustaneet alansa huippua ja niitä pidetään edelleen varsin hyvinä, kattavina ja toimintavarmoina järjestelminä. Järjestelmät sisältävät hyvin paljon tietoa, joten sen käyttäjät arvioivat järjestelmien virtaviivaistamisen olevan joka tapauksessa edessä. Vanhempi KULTU suoralla keskuskoneyhteydellä antaa käyttäjille varsin paljon käyttöoikeuksia, mutta ei anna anteeksi käyttäjän virheitä. Caravan-KULTU:ssa käyttöoikeuksia voidaan rajata helposti, mutta tiedonhaku kestää suoraa yhteyttä kauemmin etenkin silloin, jos käyttäjä ei huomaa rajata hakua ennen sen suoritusta. (Vuorenalusta & Laiho 2005)

KULTSU:n, KULTU:n ja AIKS:n keskeinen ongelma on, että tiedonsiirtorajapintojen rakentaminen tai niiden muuttaminen on varsin työlästä. Järjestelmistä saadaan kuitenkin suuri osa liikenteenohjauksen tarvitsemasta tiedosta. (Paasikivi 2005b, Vuorenalusta & Laiho 2005). Näiden järjestelmien elinkaari lähestyy loppuaan ja niitä ollaan korvaamassa muilla järjestelmillä.

3.7.3 ETJ

ETJ on ennakkoilmoitusjärjestelmä¹⁹, jolla ilmoitetaan poikkeukset aikataulun mukaiseen liikenteeseen mm. kulkuteiden, nopeusrajoitusten ja muiden ratatöiden aiheuttamien vaikutusten osalta. Järjestelmän käyttäjiä ovat liikenteenohjaus, veturinkuljettajat, kunnossapitoyritykset, liikennesuunnittelijat ohjauspalvelukeskuksissa sekä suunnittelu- ja konsultointiyritykset. (Halinen 2005, Raaska 2005b)

Järjestelmän määrittelytyö aloitettiin 1996, mutta se otettiin käyttöön vasta alkuvuodesta 2001. Projektia hidastivat monet ongelmat, joista huolimatta järjestelmä saatiin lopulta tuotantokäyttöön. ETJ:n ylläpitokustannukset ovat varsin korkeat ja ne koituvat kokonaan RHK:n maksettaviksi. Lisäksi järjestelmää pidetään varsin monimutkaisena. Jatkossa onkin harkittava, voidaanko ETJ:n toiminnallisuus toteuttaa varsinaisen aikataulusuunnitteluohjelmiston yhteyteen. (Halinen 2005, Salonen 2005)

ETJ:n korvaamisessa on kuitenkin paljon ratkaistavia asioita. Järjestelmää korvattaessa mukana on pidettävä RHK:n, liikennöitsijöiden ja radanpitoyritysten lisäksi myös rautatiealan työntekijäjärjestöt. Toiseksi ETJ on Suomen rautatieliikenteen kannalta kriittinen järjestelmä. On arvioitu, että ETJ:n yli 12 tunnin mittainen käyttökato pysäyttää koko Suomen junaliikenteen. Järjestelmän korvaajan toimittavalla yrityksellä tulee siten olla kokonaisvaltainen näkemys ja ymmärrys rautatiesektorin toiminnasta ja toimintatavoista. (Halinen 2005, Raaska 2005b, Salonen 2005) Tämän työn osalta voidaan todeta, että ETJ:ää käytetään todennäköisesti jatkossakin ainakin lähivuosina.

¹⁹ Järjestelmän nimi oli aiemmin ennakkotietojärjestelmä, josta lyhenne ETJ.

3.7.4 HELKA, TAIKA ja muut kauko-ohjausjärjestelmät

Kauko-ohjausjärjestelmiä käytetään rautatieliikenteen operatiiviseen ohjaamiseen. Järjestelmät ovat hyvin erikoistuneita ja perustuvat usein sähköverkon kauko-ohjausjärjestelmiin. Järjestelmillä voidaan ohjata mm. yksittäisiä vaihteita ja opastimia, mutta yleensä liikenteenohjaajat käyttävät hyväkseen järjestelmien junanumeroautomaatiikkaa. Tällöin järjestelmään syötetty kulkutie yhdistetään tiettyyn junanumeroon, jonka jälkeen kyseisellä junalla on aina sama kulkutie. Jos junanumeroautomaatiikka toimii eikä muita häiriötilanteita ole, liikenteenohjaajien tehtäväksi jää vain valvoa liikenteen sujumista. (Raaska 2005b, Turunen 2005)

HELKA on 1980-luvun lopulla Bombardierilta tilattu ja 1990-luvun puolivälissä käyttöön otettu Helsingin seudun kauko-ohjausjärjestelmä. TAIKA taas on Tampereen vastaava järjestelmä, joka tilattiin Siemensiltä 1990-luvun alussa ja jonka viimeiset laajennukset otettiin käyttöön 2003. Suomessa on muitakin kauko-ohjausjärjestelmiä; esim. Kouvolassa käytetään Alcatelin järjestelmää. (Raaska 2005b, Turunen 2005)

Tietoteknisesti kauko-ohjausjärjestelmät ovat hyvin erikoistuneita, räätälöityjä, suljettuja ja toimittajakohtaisia client/server²⁰ -järjestelmiä. Kauko-ohjausjärjestelmät muistuttavatkin 10-20 vuotta sitten yleisesti käytössä olleita tietoteknisiä ratkaisuja. Esimerkiksi tiedonsiirto järjestelmistä tai järjestelmiin on vaikeaa, koska kullakin toimittajalla on oma suljettu standardinsa ja kaikki muutokset on tilattava järjestelmätoimittajilta. Kauko-ohjausjärjestelmien integrointi muihin tietojärjestelmiin on usein suuritöistä ja kallista. (Turunen 2005)

HELKA-järjestelmän elinkaari lähenee loppuaan, joten sitä ollaan korvaamassa uudella järjestelmällä. Tämän vuoksi on käynnistetty ESKO (Etelä-Suomen kauko-ohjaus) -järjestelmähanke, jonka määrittelyvaihe saadaan valmiiksi syyskuun aikana. (Raaska 2005b)

²⁰ Client/server (suom. työasema/palvelin) -arkkitehtuurit ovat kaksi- tai kolmitasoisia (two/three-tier-architecture). Kaksitasoisessa client/serverissä palvelin ajaa tiettyjä sovelluksia, säilyttää tietokantoja ja tarjoaa usein mm. tulostuspalvelua. Kolmitasoisessa client/serverissä palvelinten tehtävät on hajautettu yleensä siten, että toisen tason palvelimet ajavat sovelluksia ja kolmannen tason palvelimet suorittavat tietokantahaut. Kolmitasoinen arkkitehtuuri on suorituskykyisempi ja helpommin laajennettavissa. Työasemat ovat kummassakin tapauksessa yhteydessä palvelimiin. Ihannetapauksessa käyttäjän ei tarvitse tietää, missä kukin palvelu tai sovellus sijaitsee käyttääkseen sitä. (Nyby 2002a).

3.7.5 JUSE ja MIKU

JUSE (junien seurantajärjestelmä) ja MIKU (matkustajainformaatio- ja kuulutusjärjestelmä) käsitellään yhdessä, koska molemmat ovat riippuvaisia liikenteenohjauksesta ja siten kauko-ohjausjärjestelmistä saatavasta tiedosta. JUSE on vuosina 2003-2004 määritelty ja vuoden 2005 alussa tuotantokäyttöön otettu tietojärjestelmä, josta saadaan junien todelliset saapumisajat lähes reaaliajassa noin 50 liikennepaikalle eli niinsanotuille seuranta-asemille joko junanumeroautomaatiikan tai manuaalisen tiedonsyötön perusteella. Järjestelmä toimii liikenteen seurannan työkaluna liikenteenohjauksessa ja RHK:ssa ja se perustuu client/server -arkkitehtuuriin. Kaikki järjestelmän keräämä data on tarkoitus säilyttää siten, että noin vuoden ikäiseen ja sitä tuoreempaan tietoon on suora pääsy järjestelmästä. (Raaska 2005b, Salonen 2005)

Järjestelmän ylläpidosta vastaa RHK, vaikka sen suurin käyttäjä on VR Osakeyhtiö. VRO on rakentamassa JUSE:n tietoihin perustuvaa internet-pohjaista JUKU (junien kulkutieto) -seurantatyökalua, joka olisi myös matkustajien käytössä VR:n internet-sivustolla. JUKU perustuu JUSE:n tietoihin, koska JUSE:sta saadaan reaaliaikaisin tieto junien kulusta. JUSE:en joudutaan tässä yhteydessä lisäämään joukko väliasemia sekä tieto junien pysähtymiskäyttäytymisestä. (Raaska 2005b, Salonen 2005)

Järjestelmästä saatavien vakioraporttien tietomäärää pidetään riittävänä lähes kaikkiin tarpeisiin ja järjestelmän tietojen on tarkoitus olla myös ulkopuolisten toimijoiden saatavilla. Raportit on laadittu VRO:n tarpeita varten, joten ulkopuolisen tiedon tarvitsijan - esim. tiettyjen junien liikkumisesta tietoa tekstiviestipalveluna tarjoava yritys - on jalostettava järjestelmän vakioraportteja. RHK:ssa kaivataan kuitenkin JUSE:en helppokäyttöisempiä raportointityökaluja, koska nykyisillä työkaluilla voidaan vahingoittaa tietokannan sisältöä. (Raaska 2005b, Salonen 2005)

Järjestelmän tietoja käytetään tilastointiin; näitä tilastoja lähetetään myös ulkomaille. Junan mahdolliseen myöhässäkulkuun liitetään liikenteenohjauksessa tilastointia varten syykoodi, josta ilmenee täsmällisen syyn lisäksi se, johtuiko myöhästyminen liikennöitsijän vai RHK:n vastuulla olevista tekijöistä. (Raaska 2005b, Salonen 2005)

MIKU (matkustajainformaatio- ja kuulutusjärjestelmä) on uusi järjestelmäkokonaisuus, jonka tarkoituksena on korvata maan eri osissa käytettävät erilaiset, liikenteenohjauksen käyttämät kuulutus- ja matkustajanäyttöjärjestelmät yhdellä koko maan kattavalla järjestelmällä, jolla huolehditaan matkustajanäyttöjen ohjaamisen lisäksi automaattikuulutuksista ja niiden laatimisesta sekä muokkaamisesta. Uudella järjestelmällä hoidetaan myös valmiiden kuulutusfraasien manuaalilähetys asemille sekä mikrofonilla annettavat live-kuulutukset. Järjestelmän helppokäyttöisyyteen on kiinnitetty määrittelyvaiheessa erityistä huomiota. (Raaska 2005b, Turunen 2005)

MIKU-hankkeen eräs tavoite on siirtää liikenteenohjaajien nykyisin hoitamia tehtäviä erikseen rekrytoitavalle matkustajainformaatiohenkilökunnalle. MIKU:n tarvitsemat tiedot haetaan useista järjestelmistä: staattinen aikataulutieto haetaan AIKS- ja KULTU-järjestelmistä ja muuttuvat tiedot liikenteenohjauksen kauko-ohjausjärjestelmistä. Junien tarkan sijainnin selvittäminen GPS-paikannuksen avulla on ainakin toistaiseksi mukana vaatimusmäärittelyssä. Järjestelmästä saadaan tietoa ulos XML-vakio-raportteina. (Raaska 2005b, Turunen 2005).

MIKU-järjestelmän määrittelytyö on aloitettu syksyllä 2004. Järjestelmätoimittajien tarjoukset saapuivat RHK:een syyskuun puolivälissä ja järjestelmän pilottihankkeet aloitetaan näillä näkymin 2007. Järjestelmän on tarkoitus olla tuotantokäytössä vuonna 2010, jolloin se ohjaa noin sadan liikennepaikan näyttölaitteita ja sadan liikennepaikan kaukokuulutuslaitteita. (Turunen 2005)

JUSE ja MIKU hakevat jatkossa tarvitsemansa tiedon joko ratakapasiteetin jakamis- ja yhteensovittamisjärjestelmän tietokannasta tai kohdassa 3.2.1 käsitellystä RHK:n aikataulu- ja liikennetietokannasta.

4 JÄRJESTELMÄN TARVE- JA VAATIMUSMÄÄRITTELY

Työn aiemmissa luvuissa on kuvattu järjestelmälle asetettuja tarpeita ja vaatimuksia sekä päädytty siihen, että järjestelmä hankitaan räätälöitävänä valmisohjelmistona itse tekemisen sijaan. Näiden tietojen ja hankintapäätöksen jälkeen voidaan laatia vaatimusmäärittely. Keskeinen vaatimusryhmä on sen tulevien käyttäjien ja lainsäädännön asettamat tarpeet. RHK:n tarpeet ovat vaatimusmäärittelyä laadittaessa ensisijaisia.

Hankittavalle ratakapasiteetinjakamis- ja yhteensovittamisjärjestelmälle voidaan asettaa muitakin vaatimuksia. RHK:n tietohallinnon kannalta uuden järjestelmän tulee kytkeytyä RHK:n toimintaan ja muihin tietojärjestelmiin IT-strategian mukaisella tavalla. Toinen vaatimusjoukko koskee myös tietohallintoa: sen tulee ottaa kantaa olemassaolevien ja hankittavien tietojärjestelmien rajapintoihin ja yleisesti käytössä oleviin standardeihin.

Tässä luvussa kuvataan aluksi järjestelmähankkeen taustaa ja sitä, miten helmikuussa 2005 aloitettu tutkimushanke on edennyt. Luvun toisessa osassa käsitellään lyhyesti vaatimusmäärittelyä, joka on kuvattu yksityiskohtaisemmin liitteessä 3.

4.1 Järjestelmähankkeen tausta

Järjestelmähanke on aloitettu RHK:n ja VR-konsernin yhteisessä, joulukuussa 2002 aloitetussa Rauta-aika -projektissa, joka kesti vuoden ja jonka tarkoitus oli aloittaa keskustelu ratakapasiteetin jakamisen käytännöistä sekä tarvittavan tietojärjestelmän vaatimuksista (Mäkitalo et al. 2004, 10). Hankkeen alkuvaiheen jälkeen RHK:n liikennejärjestelmäyksikössä tehtiin syksyllä 2004 päätös selvittää tehtävään soveltuvien valmisohjelmistojen ominaisuuksia sekä hankkia materiaalia joistakin valmisohjelmistoista. Tämä tutkimushanke aloitettiin helmikuussa 2005.

Työn alkuvaiheessa uudelta järjestelmältä haluttu toiminnallisuus ei ollut täysin selvillä, joten RHK:ssa ja VRO:ssa keskusteltiin aluksi prosesseista, tarpeista ja vaatimusmäärittelystä. Järjestelmien markkina-aseman selvittämiseksi verkkoselostuksessa (RHK 2004b, 8-9) kuvatun kansainvälisen ratakapasiteetin myynti- ja markkinointiorganisaation RailNetEuropen (RNE) aikataulutyoöryhmän jäsenille lähetettiin huhtikuussa liitteen 1 mukainen kyselykaavake. Kyselyn kautta selvinneisiin, sopivilta vaikuttaneisiin järjestelmätoimittajiin oltiin tämän jälkeen yhteydessä.

Järjestelmätoimittajien esittelytilaisuudet olivat jo keväällä 2005 tämän työn kannalta varhaisessa vaiheessa. Esittelytilaisuuksia varten laadittiin peruskysymysdokumentti

(liite 2), johon kerättiin aina kuhunkin esittelytilaisuuteen mennessä tunnistettuja tarpeita ja jolla pyrittiin yhdenmukaistamaan järjestelmätoimittajilta kerättäviä tietoja. Järjestelmätoimittajien esitemateriaalia, internet-sivustoja ja esittelytilaisuuksia käytettiin apuna vaatimusmäärittelyssä, koska näin voitiin peilata omia tarpeita siihen, mitä järjestelmät jo nyt tarjoavat ja millaisia käytäntöjä noudatetaan muissa maissa.

Ennen esittelytilaisuuksia laadittiin kaikille järjestelmille samanlainen muistiopohja vertailun helpottamiseksi. Kustakin järjestelmästä kirjoitettiin ennen tilaisuutta muistion alustava versio etukäteen saatavilla olleen materiaalin perusteella, jolloin voitiin varautua peruskysymysdokumentin avulla esittämään sopivia lisäkysymyksiä itse esittelytilaisuudessa. Esittelytilaisuuden jälkeen kirjoitettiin muistion seuraava versio, johon pyydettiin muiden tilaisuuteen osallistuneiden kommentit. Näin saatua muistiota käytettiin myöhemmin järjestelmiä arvioitaessa.

4.2 Vaatimusmäärittely

Hankittavalle järjestelmälle on asetettu lainsäädännön lisäksi RHK:ssa ja VRO:ssa käydyissä keskusteluissa joukko vaatimuksia. Vaatimukset on jaettu edelleen neljään luokkaan, jotka ovat pakolliset, erittäin hyödylliset, hyödylliset ja nice-to-have -ominaisuudet. Ominaisuusluokkien sisällä vaatimukset on jaettu edelleen alaluokkiin, joita ovat ratakapasiteetin haku, aikataulujen yhteensovittaminen ja infrastruktuuri, järjestelmän tekniset ja taloudelliset ominaisuudet, järjestelmätoimittajaan liittyvät ominaisuudet ja käyttöliittymä. Esitetty jako on varsin yksityiskohtainen: tietojärjestelmien hankintaoppaissa (esim. TTL 2002, 94-95) esitetään ominaisuuksia jaettavaksi usein ainoastaan pakollisiin ja tarpeellisiin ominaisuuksiin. Tällaiseen jakoon päädyttiin kahdesta syystä: ensinnäkin pisteytyksen lopputulos on tarkempi, kun ominaisuuksilla on oikea painoarvo. Toiseksi työn aikana havaittiin, että monet ominaisuudet voivat olla pakollisina poissulkevia, mutta ne ovat kuitenkin tärkeitä ja ne tulee ottaa huomioon. Seuraavassa käsitellään lyhyesti, millaisia vaatimuksia eri pää- ja alaluokkiin kuuluu.

Pakolliset ominaisuudet liittyvät lähinnä ratakapasiteettihakemusten yhteensovittamiseen ja tiedonhallintaan. Keskeistä on, että järjestelmään voidaan syöttää sekä aikataulukauden mittaisen säännöllisen liikenteen hakemuksia että kiireellisiä ad hoc-hakemuksia. Järjestelmän tulee pystyä tunnistamaan ja esittämään kaikki konfliktit. Helppokäyttöinen kalenteritoiminto taas auttaa uusien junien syöttämisessä. Hyvän järjestelmän tiedonsiirto-ominaisuuksiin kuuluvat monipuoliset rajapinnat ja siten hyvät mahdollisuudet siirtää tietoa järjestelmään ja järjestelmästä. Käyttöliittymän edellytetään olevan vähintään englannin- ja mielellään suomenkielinen.

Erittäin hyödylliset ominaisuudet ovat vaatimusmäärittelyn laajin ryhmä sekä lukumäärällisesti että asiallisesti. Niissä on useita ominaisuuksia kaikista alaluokista. Luokkaan

kuuluvat kaikki järjestelmätoimittajaan liittyvät ominaisuudet sekä monet järjestelmän teknisiin ratkaisuihin, käyttöliittymään ja aikataulusuunnittelun helppouteen liittyvät ominaisuudet. Jos järjestelmä toteuttaisi kaikki tämän luokan ominaisuudet hyvin, se olisi edullinen, helposti laajennettava sekä suorituskyvyn että toiminnallisuuden suhteen, asiakkaitaan kuuntelevan järjestelmätoimittajan kehittämä sekä helppokäyttöinen. Tällaista järjestelmää ei valitettavasti löydetty.

Hyödyllisten ominaisuuksien joukossa nousevat esiin käyttöliittymään liittyvät detaljit sekä jotkut liikennöitsijöiden arvostamat ominaisuudet kuten erilaisten aikataulujen tulostamisen helppous. Viimeksi mainitut ominaisuudet ovat vasta täällä, koska työn teettäjä on rataverkon haltija. Nice-to-have -ominaisuuksien joukossa suurin ryhmä on erilaiset simuloinnit ja niiden tulosteet, koska työssä ei haettu tällaista toiminnallisuutta.

Vaatimusmäärittelyssä olisi voitu käyttää pakollisten ominaisuuksien lisäksi myös poissulkevia (excluding) ominaisuuksia, joissa esiintyvät puutteet johtavat järjestelmän poissulkemiseen arvioinnista. Tällainen ominaisuus voisi olla järjestelmätoimittajan hyvä maine ja arvioijien omat kokemukset järjestelmätoimittajasta. Tätä ei kuitenkaan katsottu tarpeelliseksi.

Vaatimusmäärittely kuvataan yksityiskohtaisesti liitteessä 3, jossa esitetään myös luvussa 6.1.3 kuvatun kolmannen arviointikehikon mukainen pisteytys.

5 EHDOKASOHJELMISTOJEN KUVAUS

Tässä luvussa esitellään Euroopassa käytössä olevia valmisohjelmistoja. Näistä ohjelmistoista valittiin lähempään tarkasteluun seitsemän järjestelmää, jotka soveltuvat Suomeen aiemmissa luvuissa kuvattujen tarpeiden, toiminnallisuuden ja toimittajakriteerien perusteella. Järjestelmät on esitelty järjestelmätoimittajan mukaisessa aakkosjärjestyksessä. Tarkemmin tarkasteltujen järjestelmien jälkeen on käsitelty lyhyesti kuutta sellaista järjestelmää, joiden ei katsottu soveltuvan RHK:n tarpeisiin.

Kunkin järjestelmäkuvauksen jälkeen esitetään kyseisen järjestelmän hyvät ja huonot puolet taulukkomuodossa. Järjestelmien arviointi- ja vertailumenetelmät sekä arvioinnin tulokset kuvataan keskeisiltä osiltaan luvussa 6 sekä tarkemmin liitteissä.

Käsiteltävien järjestelmäratkaisujen historiasta on havaittavissa ohjelmistoliiketoiminnassa yleisiä kehityskulkuja. Järjestelmä on ensinnäkin voitu kehittää täyttämään tietyn asiakkaan tarpeita ja sen tarjoama toiminnallisuus on lisääntynyt vuosien myötä, jolloin on rakennettu lopulta ohjelmistotuote. Toisaalta on voitu havaita, että palveluyrityksen konsultointihankkeet sisältävät paljon yhteisiä tekijöitä, jolloin on rakennettu ohjelmistotuote vastaavien hankkeiden helpottamiseksi. Molemmissa tapauksissa syntynyttä ohjelmistotuotetta on alettu myydä myös yrityksen ulkopuolelle.

Kunkin järjestelmän oletettiin implisiittisesti pystyvän piirtämään graafisen aikataulun ja laatimaan konfliktittoman aikataulutiedoston.

5.1 DB Systems: RUT-K

Ensimmäisenä käsiteltävä järjestelmä on DB Systemsin RUT-K²¹, jota käytetään Die Deutsche Bahn AG:n (DB) aikataulusuunnitteluun. Järjestelmään tutustuttiin järjestelmätoimittajan tiloissa Frankfurt am Mainissa toukokuussa 2005.

RUT-K on kehitetty noin 2200 työntekijän DB Systemsissä DB:n omiin tarpeisiin, mutta järjestelmä on tarkoitettu tuotteistamaan myös DB:n ulkopuolelle myytäväksi. Järjestelmän kehittämiseen on nimetty 10 henkeä ja infrastruktuuritietoa säilyttävän Spurplan-osan kehittämiseen 5 henkeä, joiden apuna on muutakin DB Systemsin henkilöstöä. DB Systemsin liikevaihto on noin 600 M€

RUT-K on tietokantapohjainen järjestelmä, joten monen käyttäjän yhtäaikainen käyttö on mahdollista. Järjestelmää voidaan käyttää myös offline-tilassa. Järjestelmässä voidaan säilyttää useita eri aikataulu- ja infrastruktuuriversioita. Esittelytilaisuuteen osallistuneet pitivät järjestelmän ratakapasiteetin jakamiseen liittyvää toiminnallisuutta varsin hyvänä.

Järjestelmän tuotteistaminen on vasta alkuvaiheessa, joten etukäteistietoa oli saatavissa hyvin vähän. Paras tietolähde ennen esittelytilaisuutta oli järjestelmätoimittajalta saatu esite (Anon. 2004). Vielä elokuussa löytääkseen DB:n internetissä tarjoamaa tietoa RUT-K:sta oli osattava mennä DB:n saksankielisellä sivustolla DB:n konsernitietoihin, mistä löytyy yksi esiteluonteinen sivu (Anon. 2005f). DB:n kotisivut (Anon. 2005g) ja DB Systemsin kotisivut (Anon. 2005h) eivät tunteneet järjestelmää. Järjestelmällä ei tällä hetkellä ole DB:n lisäksi muita käyttäjiä. Mahdollisina asiakasmaina pidettiin Suomen lisäksi organisaatioita tarkemmin mainitsematta Sveitsiä, Sloveniaa, Unkaria ja Turkia.

Järjestelmän tekninen rakenne ja arkkitehtuuri

Järjestelmäarkkitehtuuri on kaksitasoinen client/server. Palvelimessa on käytettävissä olleiden tietojen perusteella Oracle-tietokantaversio 8i sekä Sun Solaris -käyttöjärjestelmä. Järjestelmä on ohjelmoitu objektipohjaisella Smalltalk-ohjelmointikielellä. Tämä johtune DB:n käyttämisestä tietojärjestelmistä.

Järjestelmäarkkitehtuuri tarjoaa mahdollisuuden monen käyttäjän yhtäaikaiseen käyttöön. Järjestelmää voidaan käyttää myös offline-tilassa RUTK-Mobil -moduulin avulla siten, että offline-tilassa tehdyt muutokset tallentuvat myöhemmin keskustietokantaan.

²¹ RUT-K tulee sanoista "Rechnerunterstütztes Trassenmanagement-Konstruktion" (Anon. 2005f). Tekijän vapaa käännös on "tietokoneavusteinen reitinlaadinta ja -hallinta".

Ratakapasiteetin jakamis- ja yhteensovittamisominaisuudet

Järjestelmän tarjoamaa ratakapasiteetin jakamiseen ja yhteensovittamiseen liittyvää toiminnallisuutta pidettiin varsin hyvin toteutettuna. Prosessin aluksi liikennöitsijät voivat syöttää ratakapasiteettihakemuksen tiedot RUT-K-järjestelmään joko DB:n käyttämässä XML-muodossa tai Viriato-järjestelmään rakennetun rajapinnan yli. Se-lainpohjaista tiedonsyöttöä kehitetään parhaillaan. Varsinainen yhteensovittamistyö voidaan hajauttaa eri henkilöiden tehtäväksi.

Järjestelmässä on kullekin junalle tilatieto, joka muuttuu suunnitteluprosessin edetessä. Lukitun junan tietoja ei voi muuttaa. Ominaisuus on hyödyllinen esimerkiksi lisättäessä tavarajunia henkilöjunia sisältävään aikatauluun.

Rataverkon mallintaminen ja simulointi

Ratatieto säilytetään erillisessä Spurplan -ohjelmistossa, joka tullaan ilmeisesti liittämään osaksi RUT-K-järjestelmää. Ratatieto voidaan joko syöttää käsin tai tuoda olemassaolevasta ratatietokannasta XML-rajapinnan yli. Ratatiedosta on useita eri versioita, joita voidaan yhdistää ja joiden välillä voidaan siirtää tietoa. Infratieto voidaan syöttää järjestelmään varsin tarkasti; mm. pituuskaltevuuden muutokset ja opastinten sijainti ilmoitetaan metrin tarkkuudella.

Järjestelmää voidaan aluksi käyttää melko vähäisellä infratiedolla ja sitä voidaan syöttää myöhemmin lisää tarpeen mukaan. Vähäisellä infratiedolla ei tietenkään saada käyttöön kaikkia RUT-K:n tarjoamia ominaisuuksia. Infradatan syöttöajasta esitettiin arvio, jonka mukaan yhden viisi määrettä sisältävän ratatietosymbolin syöttäminen kestäisi minuutin. Jos siis tiedetään vaihteiden, opastinten, nopeusrajoitusten, pituuskaltevuuden muutosten ja muiden ratatietoelementtien lukumäärä, voidaan arvioida tiedonsyötön kesto. Suomen täydellisen infradatan syöttöajaksi arvioitiin useita henkilötyökuukausia.

Ratatietoa ylläpitää Saksan rataverkon haltija DB Netz, jossa kukin ylläpitohenkilö vastaa aina tietyistä alueista. Infrastruktuurin käyttöön liittyvät rajoitukset syötetään järjestelmään joka päivä ja suuret infrastruktuurimuutokset tehdään kahden kuukauden välein, vaikka RUT-K:n puolesta isot muutokset voitaisiin syöttää joka päivä. Muutokset infradatan sisältäviin tietokantoihin syötetään manuaalisesti.

Järjestelmässä ei ollut rataverkon simulointiin liittyvää toiminnallisuutta. DB:llä lienee tähän tarkoitukseen muita ohjelmistoja.

Ratatöiden suunnittelu

Aluksi aikataulusuunnittelijat katsovat RUT-K:sta, mihin väliin ratatyöt mahtuisivat. Tämän jälkeen ratatyöt suunnitellaan omassa järjestelmässään ja lopputulos siirretään RUT-K -järjestelmään radankäyttörajoitustoiminnon avulla, jossa on joitakin valmiita käyttörajoitustyyppiejä sekä kommenttikenttämahdollisuus. Aikataulusuunnittelija voi syöttää ratatyön sekä suurimman osan ratatöihin liittyvien junien ja työkoneiden liikkeistä myös suoraan RUT-K -järjestelmään.

Ratatyöt eivät näy graafisessa aikataulussa, mutta toiminnallisuus lisätään järjestelmään syksyn aikana. Ratatyöstä johtuvat konfliktit ratkaistaan manuaalisesti eikä järjestelmä tunnista niitä. Järjestelmä osaa kuitenkin ilmoittaa erillisen arviointitoiminnon käytön jälkeen, kuinka suuria konfliktit ovat. Ratatöistä aiheutuva ajoajan lisääntyminen voidaan määrätä tietylle rataosalle, jolloin järjestelmä jakaa lisäajan liikennepaikkavälien pituuksien suhteessa.

Aikataulusuunnitteluominaisuudet

RUT-K:ssa voidaan säilyttää useita eri aikatauluversioita ja yhdistää niiden tietoja. Saksassa järjestelmää käytetään alueittain siten, että suunnittelualueita on seitsemän ja alueilla laaditut aikataulusuunnitelmat synkronoidaan alueiden rajoilla. Järjestelmä tukee tietokantapohjaisena hyvin tiimityöskentelyä aikataulusuunnittelussa.

Uutta junaa aikatauluun lisättäessä havaittiin, että osa junatiedosta oli jo valmiina järjestelmässä. Tästä kysyttäessä esittelijä totesi uuden junan lisäämisen olevan työlästä ilman lähtötietoja. Uudelle junalle syötetään RUT-K -järjestelmässä junatieto, lähtö- ja määräasemat, mahdollinen reitti, junan lähtö- ja tuloaika, pysähdykset, kulkupäivät sekä infratieto. Järjestelmä tuottaa aikataulun, jossa junalla on junatiedon perusteella laskettu ajoaika ja kulkutie raiteen tarkkuudella. Pelivara voidaan asettaa järjestelmässä koko rataverkolle vakioksi ja sitä voidaan lisätä tarpeen mukaan.

Junan syötössä käytetään kalenteria, jonka avulla kulussaolopäivät voidaan syöttää klikkaamalla hiirellä. Pidemmät ajanjaksot voidaan syöttää myös ilmoittamalla ensimmäinen ja viimeinen kulussaolopäivä.

Uudelle junalle valitaan vetokalusto, jonka tiedot ovat järjestelmässä. Jarrupainoprosentti, jarrutyyppejä sekä vaunujen suurin nopeus (Sn^{22}) on myös syötetty järjestelmään. Tämän jälkeen järjestelmä tarkastaa aikataulutietokannasta, voidaanko juna panna kul-

²² Sn = suurin nopeus, yksikkö km/h (RHK 2005d, 8). Suurin nopeus voidaan ilmoittaa mm. vetokalustolle, vaunutyyppille tyhjänä ja tietyillä akselipainoilla, rataosalle ja junalle.

kuun haluttuna aikana. Junalle valitaan pysähtymiskäyttäytyminen ja pysähtymisajat joko liikennepaikalla tai opastimella. Järjestelmä kertoo, mille raiteelle junan tulisi ajaa ja se osaa arvioida raiteiden käyttöasteen.

Graafisessa aikataulunäytössä on rataosan Sn, vetokaluston vetovoimakäyrä ja Sn sekä pelkistetty ratatietonäkymä. Koko aikatauluviivaa ja vain osaa siitä sekä junan reittiä voidaan muuttaa hiirellä. Viivan vetämisellä aikaansaatu muutos näkyy aikataulutaulukossa. Aikatauluviivojen ympärillä on puskuriaikalaatikoita, joiden väri vaihtelee junatyyppin mukaan. Konfliktit esitetään punaisella ja mustaa junaa käsitellään parhaillaan. Ohjelmistoalan konferenssissa esitettyjen demojen (Robertson 2004) perusteella järjestelmä pystyy luomaan graafiset aikataulut ja havaitsemaan konfliktit suurenkin tietomassan yhteydessä varsin nopeasti. Graafisen aikataulun akselit voidaan kääntää suomalaisen käytännön mukaisiksi.

Graafista aikataulua voidaan tarkastella vain haluttuina päivinä suodatustoimintojen avulla. Suodatustoiminnot mahdollistavat mm. tietyn liikennepaikan saapuvien ja lähtevien junien haun. Yleisöaikataulussa julkaistut junat voidaan lukita sekä graafisessa aikataulussa että aikataulutietokannassa, jolloin niihin ei voi tehdä muutoksia.

Konfliktit ratkaistaan RUT-K:ssa tällä hetkellä manuaalisesti, mutta automaattinen konfliktienratkaisu on kehitteillä viimeistään ensi vuonna. Konfliktinratkaisun lisäksi työn alla on myös vapaiden aikatauluslottien etsimistöiminnallisuus.

Liikennepaikkoihin liittyvät ominaisuudet

RUT-K sijoittaa junat automaattisesti tietyille raiteille. Junia voidaan ohjata tiettyjä kulkuteitä pitkin järjestelmän etsiessä, mikä on paras kulkutie kullakin liikennepaikalla. Junien sijoittamista raiteille ei vielä voida visualisoida ja suunnitella tarkemmin, mutta ominaisuus lienee valmis noin vuoden kuluttua.

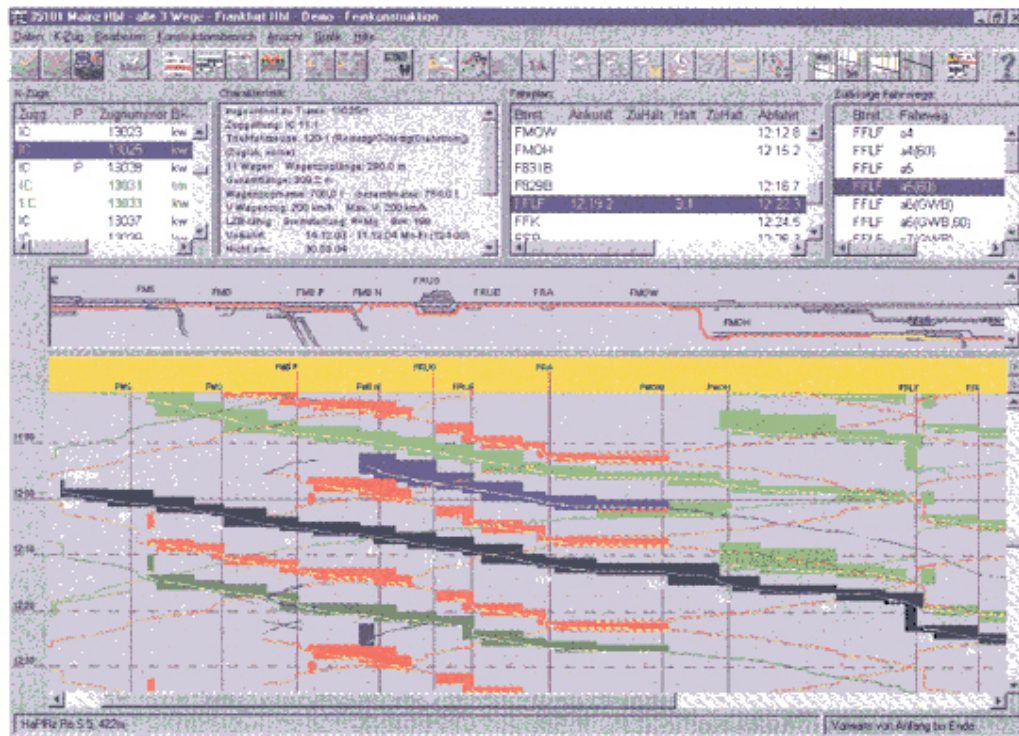
Junien käsittelyyn ja liikennöintiin liittyvät ominaisuudet

Junatiedot ja vetokaluston tyyppi sekä vetovoimakäyrät voidaan syöttää järjestelmään. Junille on junanumeron lisäksi järjestelmän oma tunnistus, jonka ansiosta junanumeroa ei tarvitse välttämättä muuttaa. Vaihtoyhteydet ja muut junien keskinäiset riippuvuudet voidaan ottaa huomioon.

Käyttöliittymä

Järjestelmä on esitteensä mukaan helppokäyttöinen, mutta siitä jäi esittelytilaisuuden perusteella sekava kuva. Järjestelmä on alun perin kehitetty DB:n tarpeiden ja toivo-

musten mukaan. Ulkopuolisen silmin järjestelmässä on hyvin paljon toimintoja, joiden ryhmittely ja esitystapa ei ollut paras mahdollinen. Järjestelmän ulkoasu on vanhanaikainen²³. Kuvassa 11 nähdään paljon pieniä toimintoikoneja, joiden symboleista on vaikea ymmärtää, mitä niistä tapahtuu. Järjestelmää käyttänyt esittelijäkään ei aina tiennyt, miten jokin toiminto pitäisi tehdä. Esittelijä totesikin, ettei yksi henkilö voi tietää järjestelmästä kaikkea. Järjestelmä on saksankielinen, mutta käännöstyökalu valmistunee syksyllä. Koska järjestelmän tuotteistaminen on kesken, myös käyttöliittymään lienee tulossa parannuksia.



Kuva 11. RUT-K:n graafinen aikataulunäkymä (Anon. 2004).

Lisenssityypit, osto- ja ylläpitokustannukset ja päivitysprosessi

Koska ohjelmiston myynti DB:n ulkopuolelle on hyväksytty vasta alkuvuodesta 2005, monet ohjelmiston tuotteistamiseen liittyvistä prosesseista olivat vielä toukokuussa kesken. RUT-K:ta tullaan ilmeisesti myymään modulaarisena ohjelmistopakettina, jonka perusversiossa on sama toiminnallisuus kaikille asiakkaille. Toimittaja haluaa rakentaa potentiaalisille asiakkaille sopivan lisensointipaketin, joka olisi reilu kaikille ostajille. Ohjelmistotuotteen pitäisi olla valmis vuoden loppuun mennessä.

²³ Microsoftin jo edellisten Windows-versioiden yhteydessä laatiman käyttäjäkokemusajatuksen mukaan Windows-sovellusten ulkoasu ja tuntuman (look-and-feel) tulisi olla samanlainen. Periaatteiden mukaisesti suunnitelluilla sovelluksilla on oikeus käyttää mm. ”Designed for Windows XP” -symbolia. (Anon. 2002) RUT-K:n käyttöliittymä vaikutti olevan Windows 95 / NT 4.0 -sukupolvea.

Järjestelmän tukipalvelut, kehitystyö ja räätälöintimahdollisuudet

Myös tukipalvelujen määrittely oli vielä kesken. Järjestelmään on tulossa automaattinen reitinetätoiminto, joka on tosin vielä suunnitteluasteella. Toteutus on valmis aikaisintaan muutaman vuoden kuluttua.

Järjestelmän ja järjestelmätoimittajan asema markkinoilla

Järjestelmän ohjelmistotuotteeksi kehittämisen ollessa kesken RUT-K on tällä hetkellä varsin riippuvainen yhdestä asiakkaastaan, koska esittelytilaisuuden aikaan järjestelmätoimittajalla ei ollut muita varmoja asiakkaita.

Järjestelmän hyviä puolia

Järjestelmä mahdollistaa tietokantapohjaisena monen käyttäjän yhtäaikaista käyttöä sekä offline-käyttöä. Järjestelmässä on ratakapasiteetin jakamiseen ja yhteensovittamiseen liittyvää toiminnallisuutta. Järjestelmässä on mahdollista yhdistää useiden infrastruktuuri- ja aikatauluversioiden tietoja. Näiden lisäksi järjestelmässä on paljon valmiita toimintoja.

Järjestelmän riskejä ja puutteita

Järjestelmä on kehitetty DB:n tarpeisiin ja tämä trendi todennäköisesti jatkuu, koska ulkopuolisista asiakkaista huolimatta DB on kuitenkin suurin asiakas. Järjestelmässä on todennäköisesti sellaisia toimintoja, joita Suomessa ei tarvita tai jotka on toteutettu DB:n käytännön mukaan. Tästä seuraa kahdentyyppisiä riskejä: joko ostetaan turhia toimintoja tai jokin toiminnallisuus joudutaan räätälöimään Suomen tarpeisiin.

Tuotteistamisprosessi on kesken. Tämän vuoksi myös järjestelmän hinnoittelusta, lisenssityypeistä ja tukipalvelujen järjestämisestä ei ole vielä päätetty.

Järjestelmä vaatii toimiakseen hyvin varsin tarkan infrastruktuuritiedon. Infradata tulee joko syöttää järjestelmään opastin kerrallaan tai se voidaan tuoda siihen DB:n käytössä XML-muodossa, jonka tarkempi muoto tulee erikseen selvittää.

Järjestelmän käyttöliittymä on laadittu DB:n tarpeisiin ja se vaikutti varsin harrastelijamaiselta. Samoin järjestelmästä saatavien tulosteiden formaatti on epäselvä.

Kalustokierrosta ja henkilöstösijoituksista ei ole mainintaa etukäteismateriaalissa.

Yhteenveto järjestelmästä

Järjestelmän vahvuudet ja heikkoudet esitetään taulukossa 7.

Taulukko 7. RUT-K -järjestelmän vahvuudet ja heikkoudet.

Vahvuudet	Heikkoudet
<ul style="list-style-type: none"> tietokantapohjaiseksi järjestelmäksi nopea tukee tietokantapohjaisena hyvin tiimityötä jonkin verran valmista toiminnallisuutta käyttöliittymässä hyviä elementtejä monipuoliset analyysimahdollisuudet, jos järjestelmässä tarkka ratatieto 	<ul style="list-style-type: none"> lisenssi- ja ylläpitokustannuksia ei vielä määritelty tukipalveluja ei määritelty ainoastaan yksi asiakas, joka lie-nee jatkossakin dominoiva käyttöliittymä saksankielinen ja suurelta osin vaikeaselkoinen

Työn aikana havaituista puutteistaan huolimatta RUT-K -järjestelmää voidaan pitää mustana hevosena mahdollista tarjouskilpailua järjestettäessä ratakapasiteetin yhteensovittamisominaisuuksiensa vuoksi, jos järjestelmän tuotteistus on edennyt riittävän pitkälle. Riippuvuus DB:stä ja käyttöliittymän vaikeaselkoisuus ovat kuitenkin järjestelmän painolasteja.

5.2 HaCon: TPS (STRAX/TPS)

Toinen tarkasteltava järjestelmä on hannoverilaisen HaConin (Hannover Consulting) aikataulusuunnittelu- ja infrastruktuurinhallintaohjelmisto TPS (Timetable Planning System). HaCon tarjoaa myös muita rautatietoimialaan liittyviä ohjelmistotuotteita. Järjestelmään tutustuttiin järjestelmätoimittajan luona toukokuussa 2005.

1984 perustetun HaConin ensimmäiset työntekijät olivat Hannoverin yliopiston liikennejärjestelmäinstituutissa työskennelleitä tutkijoita ja suunnittelijoita. Tällä hetkellä HaConissa on töissä noin 80 järjestelmätoimittajan mukaan hyvin kokenutta asiantuntijaa. Yrityksen liikevaihto on noin 10 miljoonaa euroa ja sen kasvu on maltillista. HaConin omistavat sen johtajat, mikä tarkoittaa järjestelmätoimittajan mukaan suurempaa riippumattomuutta isojen ohjelmistotalojen päätöksistä.

Yritys tarjoaa myös konsultointia ja muita liikenteeseen liittyviä palveluja. Yritys on aloittanut julkiselle sektorille palveluja tarjoavana konsulttitoimistona. Tämän jälkeen tehtiin päätös rakentaa toimintaa tukevia ohjelmistoja. Yrityksen ensimmäinen ohjelmistotuote oli simulointiohjelmisto UX-SIMU, jonka pohjalta on kehitetty Tanskassa käytössäoleva STRAX/TPS²⁴. STRAX/TPS on otettu käyttöön DSB:ssä (Danske Statsbaner²⁵) ja BaneDanmarkissa 2001-02. Kummallakin organisaatiolla on oma lisenssi molempien käyttäessä aina samaa versiota. Eräs keskeisistä teemoista järjestelmää kehitettäessä on ollut DSB:n ja BaneDanmarkin järjestelmien yhteensopivuus. Järjestelmällä on 10-15 käyttäjää sekä DSB:ssä että BaneDanmarkissa. Myös DSB:n lähiliikenneyksikkö S-Tog käyttää TPS-järjestelmää, samoin Trafikstyrelsen. Tämä helpottaa yhteistyötä tanskalaisten toimijoiden kesken.

HaCon teki aiemmin yhteistyötä myöhemmin kuvattavan Rail Management Consultantin (RMCon) kanssa. Tämän vuoksi TPS-ohjelmisto tarjoaa alun perin vain operatiiviseen ja lyhyen aikavälin suunnitteluun liittyvää toiminnallisuutta. Yhteistyö on sittemmin kariutunut ja tämän vuoksi HaConiin on pitänyt kehittää uutta toiminnallisuutta dynaamista ajoaikalaskentaa ja strategista suunnittelua varten.

TPS:n keskeisinä tehtävinä esitettiin pitkän aikavälin aikataulusuunnittelu ja kapasiteetinjakko. BaneDanmarkilla on myös P-base -niminen, WM-Datan toimittama järjestelmä, jolla tehdään lyhyen aikavälin suunnittelua ja operatiivisia muutoksia. P-basen tarjoama toiminnallisuus sivuutetaan tässä työssä.

²⁴ Tanskassa kyseinen tuote tunnetaan nimellä K-base tai STRAX. Tässä dokumentissa käytetään HaConin käyttämää tuotenimeä TPS.

²⁵ DSB on Tanskan suurin liikennöitsijä (RU), jolla on liiketoimintaa myös ulkomailla (DSB 2005). BaneDanmark taas on Tanskan rataverkon haltija (IM).

Etukäteismateriaalina TPS:stä on ollut käytettävissä valmistajan internet-sivusto (Anon. 2005i), WM-Datan kalvosarja, järjestelmän kuvausdokumentti sekä STRAX/TPS-ohjelmiston käyttöönotosta kirjoitettu tieteellinen artikkeli (Kaas & Goosmann 2004). HaConin tuotteita käytetään lähes kaikissa merkittävissä Euroopan rautatiemaissa. Itse TPS-tuote on kuitenkin käytössä vain Tanskassa.

Järjestelmän tekninen rakenne ja arkkitehtuuri

Järjestelmä on moduulirakenteinen ja perustuu kolmitasoiseen client/server -arkkitehtuuriin, jonka alimmalla tasolla on Oracle-relaatiotietokanta, tämän päällä Windows- tai Unix-palvelimia ja ylimpänä usein Windows-työasemia. Järjestelmäarkkitehtuuri on esitetty kuvassa 12.

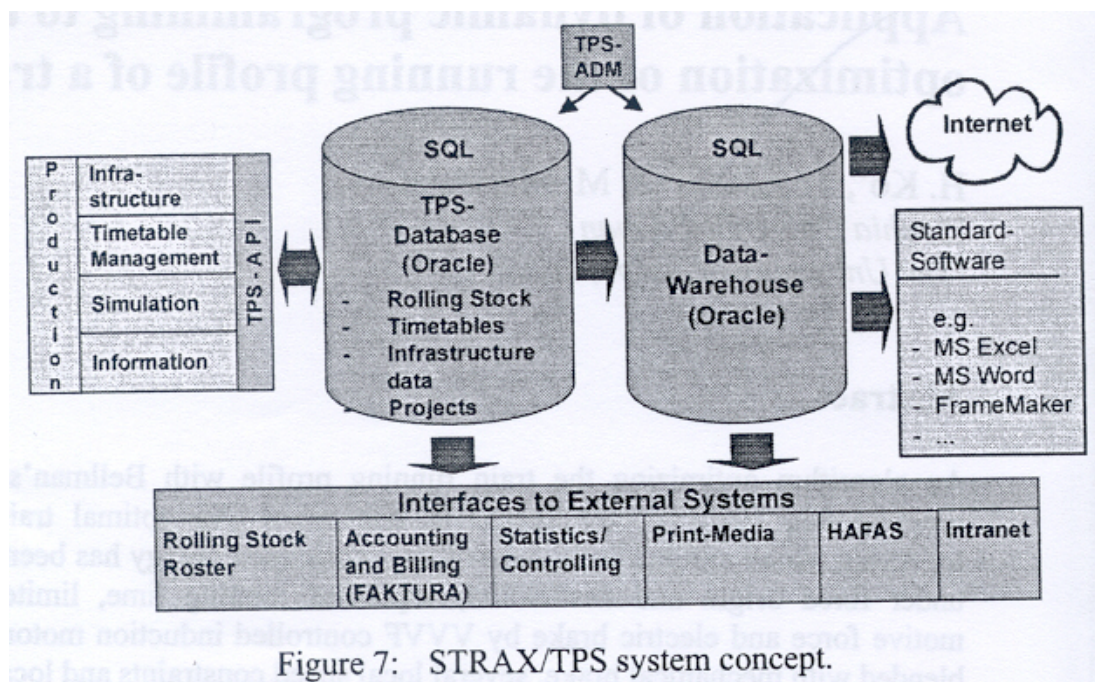


Figure 7: STRAX/TPS system concept.

Kuva 12. TPS:n järjestelmäarkkitehtuuri (Kaas & Goosmann 2004).

Järjestelmätoimittaja tarjoaa erillisinä optioina kuvassa 12 näkyviä palvelimia eli rajapintapalvelinta, jonka kautta liitytään muihin järjestelmiin, sekä tietovarastopalvelinta. Tietoa siirretään palvelinten välillä yleisessä XML-muodossa valmistajakohtaisten XML-toteutusten sijaan.

TPS:n tietomallissa tiedot on jaettu kaikille sovelluksille yhteiseen master dataan²⁶, aikatauludataan, infrastruktuuridataan ja kapasiteettisuunnitelmaan (project), joka yhdis-

²⁶ Master data sisältää tässä tapauksessa vetokalustoon ja vaunuihin, aikatauluihin, liikennepaikkoihin, rataan ja liikennöitsijöihin liittyvää tietoa.

tää aikataulu- ja infrastruktuuridatan eri versiot. Järjestelmässä on useita projekteja ja projektissa edelleen useita junia.

Järjestelmäarkkitehtuurin ansiosta monta käyttäjää voi muokata tietoja samanaikaisesti viimeksi tehtyjen muutosten jäädessä voimaan. Tietokannassa voidaan säilyttää useita infrastruktuuri- ja aikatauluversioita, joita voidaan verrata keskenään ja joiden välillä voidaan siirtää tietoa. Järjestelmässä on myös toimivat undo- ja redo -toiminnot. Käyttäjät tunnistetaan käyttäjätunnusten avulla, joten käyttäjille voidaan antaa erilaisia käyttö- ja pääsyoikeuksia järjestelmän tietoihin.

Ratakapasiteetin jakamis- ja yhteensovittamisominaisuudet

Järjestelmässä ei ollut ratakapasiteetin hakemiseen, jakamiseen ja yhteensovittamiseen liittyvää toiminnallisuutta kuten vapaan aikatauluslotin²⁷ etsimistä tai mahdollisuutta syöttää ratakapasiteettihakemuksia. Järjestelmää esitettiin käytettäväksi näihin tarpeisiin kahdella tavalla. Ensimmäisessä toimintamallissa rataverkon haltija laatii ”catalogue of offer” -dokumentin eli listauksen kaikista mahdollisista aikataulusloteista. Tämän jälkeen liikennöitsijät hakevat näiden slottien mukaista ratakapasiteetin käyttöoikeutta. Sovellus tästä mallista on, että järjestelmään tehdään valmiiksi joukko erilaisia junia, joille annetaan liikennöitsijätieto vasta myöhemmin. Toisessa mallissa otetaan pohjaksi edellisen vuoden aikataulu ja lisätään pitempiaikaisten liikennöintisopimusten mukaiset junat sellaisenaan. Tämän jälkeen syötetään kapasiteettihakemukset saapumisjärjestyksessä, katsotaan konfliktit ja neuvotellaan liikennöitsijöiden kanssa tai sovelletaan verkkoselostuksen priorisointisääntöä.

Nämä toimintamallit eivät sovellu täysin Suomeen, koska BaneDanmarkissa yhteensovittamis- ja aikataulusuunnittelutyötä tekee 5-6 suunnittelijaa. RHK:n nykyiset ja tulevat aikataulusuunnitteluresurssit ovat BaneDanmarkia pienemmät, joten tietojärjestelmän tulisi tukea paremmin näitä työtehtäviä.

Järjestelmä ei näytä muille liikennöitsijöille tietyn aikatauluviivan käyttäjää. Rataverkon haltija näkee kuitenkin kaikkien aikatauluviivojen tiedot. Järjestelmään on tulossa mahdollisuus syöttää ratakapasiteettihakemukset internetin kautta. Myös automaattinen uuden slotin etsimistoiminto ad hoc-hakemusten käsittelyä varten on järjestelmätoimittajan mukaan toteutettavissa.

²⁷ Slot ymmärretään tässä yhteydessä samoin kuin lentoliikenteessä eli tiettyinä aikavälinä, jolloin toimijalla on käyttöoikeus tiettyyn kapasiteettiin.

Rataverkon mallintaminen ja simulointi

TPS esittää rataverkon graafiteorian (graph theory) mukaisesti. Verkko koostuu solmukohdista (nodes), niiden välisistä yksikäsitteisistä linkeistä (directed edges) ja niille annetuista määreistä. Muista infrastruktuurin osista - esim. suojastusvälit, opastimet ja liikennepaikkojen raiteet - voidaan tehdä viittauksia solmuihin ja niiden välisiin linkkeihin. Koska järjestelmän käyttämä infratietorakenne on erilainen kuin muissa tarkastelluissa järjestelmissä, infratiedon siirto voi olla työlästä. Suomen ratatiedon syöttämisen järjestelmään arvioitiin kestävän 8-10 henkilötyökuukautta.

Järjestelmän kuvausdokumentin mukaan TPS ei vaatisi kaiken infrastruktuuritiedon syöttämistä. Se, kuinka paljon ratatietoa minimissään tarvitaan, jää epäselväksi. Dynaaminen ajoajan laskenta vaatii kuitenkin seuraavat tiedot: 1) liikennepaikkojen etäisyydet, 2) rataosan maksiminopeus, 3) pituuskaltevuudet, 4) kaarresäteet ja 5) nopeusprofiilit erilaisille kalustotyypeille.

Järjestelmän ”Infrastructure Editor” mahdollistaa tietyssä päivänä käyttöönotettavan infran aktivoinnin. Infrakuvauksesta voidaan valita alue, johon voidaan normaalien käyttöliittymätoimintojen kuten zoomauksen ja kierron lisäksi tuoda tietoa toisesta infradataversiosta ja vaihtaa koko alueen pisteistä tiettyjä tietoja. Nopeustasoja voidaan muuttaa hiirellä ja muutoksia tarkentaa taulukossa. ”Infrastructure Editor” vaikutti varsin hyvältä työkalulta.

Järjestelmässä ei ole toiminnallisuutta rataverkon simulointiin. Erillisen RASIM-moduulin avulla voidaan kuitenkin visualisoida, analysoida ja optimoida ratapihojen käyttöä ja vaihtotöitä.

Ratatöiden suunnittelu

Ratatyö näkyy graafisessa aikataulussa suorakaiteena. Järjestelmä tarjoaa ratatyön päälle osuvalle junalle mm. mahdollisuuden lisätä ajoaikaa. Järjestelmään pystytään syöttämään totaalikatkoja ja raiteen sulkemisia, joihin voidaan liittää tietoa tapahtuman kestosta ja tyypistä. Järjestelmään voidaan syöttää myös tilapäisiä nopeusrajoituksia. Ratatöihin liittyvät tiedot kuten työalueen pituus, nopeusrajoitus ja sähköistyksen tila syötetään ”Working Zones” -toiminnon yhteydessä. Työalueisiin voidaan yhdistää sellaisiakin rataverkon osia, jotka eivät ole vierekkäin. Nopeusrajoitus päivittyy dynaamiseen ajoajan laskentaan vasta seuraavassa TPS-versiossa.

Aikataulusuunnitteluominaisuudet

Aikataulutieto syötetään aikataulupohjien (Operating Day Templates) avulla. Voidaan laatia vaikkapa pohjat ”päivittäin, paitsi nämä päivät”, ”sunnuntaisin” ja ”ainoastaan näinä päivinä”. Kaksi junaa voivat käyttää eri päivinä samaa junanumeroa. Aikatauluviivalla voi olla eri tiloja. Yleisöaikataulu voidaan pitää erillään liikennöitsijän omista aikatauluista. Järjestelmässä käsitellään yleensä vain tuotantoaikatauluja.

Järjestelmä tarkistaa käyttäjän syöttämän tiedon ja antaa tarvittaessa virheilmoituksen tai varoituksen. Virheiden ja varoitusten rajanveto voidaan määritellä ohjelmistoa käyttöönotettaessa. Tarkistuksia tehdään aina käyttäjän halutessa. Virheiden ja varoitusten lajitteluun liittyviä toimintoja kehitetään tällä hetkellä.

Graafisessa aikataulussa junia voidaan siirtää hiirellä. Aikataulupohjia voidaan käyttää graafisessa aikataulussa näkyvien junien suodattamiseen. Aikataulunäkymiä voidaan myös yhdistää isommaksi aikatauluksi. Junatietoa kuten nopeusrajoituksia, pysähtymistyyppiä ja kalustomuutoksia voidaan muuttaa suoraan graafisessa aikataulussa. Tässä näkymässä voidaan valita näytettäväksi minimiajoajat, suunnitellut ajoajat tai yleisöaikataulussa näkyvät ajat. Järjestelmä mahdollistaa myös vakioaikataulun mukaisen liikenteen nopean syöttämisen.

Jos junan aikatauluviivaa tai sen osaa muutetaan graafisessa aikataulussa, junatieto päivittyy myös taulukkonäkymään. Vain osaa junasta voidaan muuttaa ja lukita tiettyjen kriittisten paikkojen aikatauluajat siten, ettei niitä muuteta; jos lukitusta ei ole valittu, ensimmäisen aseman lähtöaika pidetään kiinteänä. Järjestelmä ilmoittaa, kun dynaaminen ajoikalaskenta on valmis ja mahdolliset konfliktit havaittu. Konfliktit havaitaan niiden junien välillä, joiden ajoaika on laskettu ja ne näytetään graafisessa aikataulussa keltaisella ja erillisessä ikkunassa tekstimuotoisena. Vain tiettyyn junaan liittyvät konfliktit voidaan valita näytettäväksi, mikä helpottaa niiden ratkaisua. Järjestelmä osaa näyttää liikennepaikkojen raiteilla, suojastusväleillä ja yksiraiteisilla osuuksilla ilmenevät konfliktit. Järjestelmässä ei ole automaattista konfliktinratkaisua, koska sitä ei ole tarvittu Tanskassa. Järjestelmätoimittajan mukaan sen toteutus ei ole ongelma: pitää vain määritellä, miten algoritmi etsii ratkaisuja.

Pelivara voidaan asettaa rataosuuksille myös liikennepaikkavälien pituuden mukaisena painotettuna keskiarvona. Tanskassa on laadittu matriisi, jossa on toisaalta vetokalusto ja toisaalta junien maksiminopeudet liikennepaikkojen välillä sekä pelivara. Tällöin käytännön liikennesuunnittelu on nopeaa.

Aikataulun laatua voidaan haluttaessa tarkastella seuraavien tekijöiden suhteen: liian lyhyet ajoajat tai liian pitkät pysähtymisajat, minimipysähtymisajan noudattamattajät-

täminen, vaihtoyhteyksien loogisuus ja suurin sallittu kuorma. Aikataulutietoa saadaan järjestelmästä PostScript-, Adobe FrameMaker- ja XML-formaateissa.

Liikennepaikkoihin liittyvät ominaisuudet

Liikennepaikkaan viitataan sen lyhenteellä ja maakoodilla. Liikennepaikan ominaisuuksiin kuuluvat sen tyyppi, junien normaali pysähtymisaika sekä normaali vaihtoaika. Uutta liikennepaikkaa perustettaessa sen lyhenne ja nimi lisätään master dataan, jota voi muuttaa ainoastaan järjestelmän ylläpitäjä. Tanskassa master datan ylläpito on jaettu eri organisaatioille niiden vastuiden mukaan.

Liikennepaikat kuuluvat aina johonkin ryhmään, joita voidaan perustaa tarvittava määrä. Ryhmätiedon perusteella voidaan mm. valita, mille liikennepaikoille juna pysähtyy. Ryhmiä voidaan muokata ja luoda. Liikennepaikkojen tietoihin on mahdollista yhdistää muita tietoja, jolloin esimerkiksi tiettyyn suuntaan kulkevalle, tietynpituiselle junalle voidaan osoittaa sopiva pysähtymispaikka. Liikennepaikalle voidaan määritellä vakio-pysähtymis- ja vakiovaihtotyöajat, jotka ovat muokattavissa.

Järjestelmä seuraa liikennepaikkojen raiteiden käyttöä. Jos valitaan sellainen raide, josta ei pääse tietylle liikennepaikalle tai rataosalle, saadaan virheilmoitus. Järjestelmä varoittaa myös liian lyhyestä raiteesta.

Junien käsittelyyn ja liikennöintiin liittyvät ominaisuudet

Juna kuvataan TPS-järjestelmässä sen otsikkotietojen avulla. Näitä tietoja ovat liikennöitsijä, junan tyyppi, junanumero ja aikataulupohja. Järjestelmä voi laatia pysähtymistiedot ja liikennepaikoilla käytetyt raiteet sisältävän reitin automaattisesti, kunhan sille kerrotaan junan lähtö- ja määräpaikka, reitin määrittävät väliasemat ja pysähtymiskäyttäytyminen. Normaalista poikkeavat pysähdykset liikennepaikoilla lisätään muokkaamalla päivittäistä aikataulua.

Junia voidaan kopioida, poistaa ja aktivoida tai passivoida, kulkusuuntaa muuttaa ja yhden junan tiedot jakaa useaksi junaksi. Useampaa junaa voidaan muokata kerralla. Junia voidaan lajitella useiden kriteerien kuten tyyppin, junanumeron ja liikennöitsijän perusteella. Junille voidaan myös rakentaa erilaisia odotusaikoihin ja vaihtotyöhön liittyviä sääntöjä. Junia voidaan käsitellä yksittäisen junien lisäksi ryhmänä, joita voidaan siirtää kerralla graafisessa aikataulussa. Yksittäisiin juniin voidaan liittää huomautus, joille on valmiita tekstipohjia.

Järjestelmään voidaan laatia muokattavia junapohjia (model train). Junapohjan tiedot voidaan korvata yksittäisen junan tiedoilla. Jos esim. nopeuksia muutetaan, sekä alkupeäinen että uusi ajoaika näytetään graafisessa aikataulussa. Junan kokoonpanoa voidaan

myös muuttaa kesken reittiä. Vaunujen hallintaan ja kuormausasteen seuraamiseen on erillinen RADIS-moduuli. Järjestelmä varoittaa junan kokonaispainosta, muttei akselipainosta.

TPS:ssa ei ole kaluston tai henkilöstön suunnittelun apuvälineitä, vaan se pyrkii olemaan korkeamman abstraktiotason ohjelmisto. HaConilla on valmius rakentaa liikenteenohjaukseen liittyviä ohjelmistoja, muttei käytännön kokemuksia niistä.

Käyttöliittymä

Järjestelmän käyttö perustuu muista järjestelmistä poiketen kolmeen monitoriin - infrastruktuurinäkymä, aikataulutaulukot ja graafinen aikataulu -, minkä vuoksi käyttöliittymä on helppokäyttöisempi kuin muissa valmisohjelmistoissa. Käytetyt symbolit vaikuttivat selkeiltä. Sovellusikkunoita voidaan siirtää monitorista toiseen.

Kaikilla käyttäjillä on oikeus käynnistää vähintään yksi järjestelmäsovellus ja heille voidaan antaa tiedonsiirto-oikeus ulkoisiin järjestelmiin. Eri käyttäjille voidaan antaa erilaisia käyttö- ja pääsyoikeuksia, joita voidaan rajoittaa rataosuuksien, junatyypin sekä eri infrastruktuuri- ja aikatauludatan versioiden suhteen.

Ohjelmiston käyttö on samanlaista kuin muidenkin tuoreempien Windows-ohjelmien. Myös näppäinokopit ja asiayhteyteen liittyvät avusteet (context-sensitive help) ovat käytössä. Infrastruktuuritietojen lisäämisessä käytettävä piirto- ja tiedonsyöttötyökalu vaikutti selkeältä ja helppokäyttöiseltä. Esittelytilaisuudessa huomattiin, että järjestelmän kehittäjällä oli silloin tällöin ongelmia järjestelmän käytössä.

Ohjelmisto on toimittajan mukaan käännettävissä helposti eri kielille sovelluksia muuttamatta. Kuten useissa muissakin järjestelmissä, toimittaja antaa mielellään englanninkielisen paketin, jonka kääntävät paikallinen IM ja RU. Akselit voidaan kääntää ja elementtien värejä muuttaa vapaasti, mutta talotyylistä²⁸ on syytä sopia. Eri junille ja eri liikennöitsijöille voidaan tehdä erilaiset dokumenttipohjat.

Lisenssityypit, osto- ja ylläpitokustannukset ja päivitysprosessi

Järjestelmätoimittajan mukaan yritys ei tekisi perinteistä lisensseihin perustuvaa ohjelmistoliiketoimintaa, vaan asiakassuhteet perustuisivat pitkän aikavälin kumppanuuteen. Toisaalta yritys pyrkii kehittämään käyttäjäyhteisöä. Sekä kumppanuusstrategia että käyttäjäyhteisöt ovat ohjelmistoliiketoiminnassa varsin tutkittuja alueita (esim. Lerner & Tirole 2000; Stähle & Laento 2000; Nyby 2004).

²⁸ Talotyyli (engl. "corporate style") määrittelee tietyn organisaation käyttämän yhtenäisen tiedon esitysmuodon eri välineissä. Talotyylin etuja on käsitelty mm. lähteessä (DoE Tasmania 2005).

Se, mikä HaConin toiminnassa on erikoista, on yhteisöstä ja kumppanuudesta puhuminen yhtäaikaa. Avoimen lähdekoodin kehittäjien keskuudessa ”yhteisö” perustuu yleensä vapaaehtoisuuteen ja muihin kuin rahallisiin kannusteisiin, kun taas ”kumppanuudella” on selkeitä kaupallisia ja/tai tiedon lisäämiseen ja jalostamiseen pyrkiviä tarkoituksia. Näiden välisen tasapainon löytäminen voi olla vaikeaa.

Asiasta uudestaan kysyttäessä huomattiin HaConin kuitenkin tekevän myös lisenssisopimuksia, joihin kuuluu räätälöinti ja tarvittavan uuden toiminnallisuuden rakentaminen. HaConin lisenssimallissa potentiaalisten käyttäjien määrällä ei ole merkitystä, mutta aktiivisten käyttösessioiden määrällä on.

Ohjelmistolisenssillä saa tavalliseen tapaan ainoastaan käyttöoikeuden. HaConin myymissä lisensseissä on rajoittamaton käyttöaika vuosisopimuksen sijaan. Järjestelmän ylläpitokustannukset jäivät epäselviksi. Jos ylläpito ei maksaisi mitään, tästä seuraa kaksi asiaa. Ensinnäkin järjestelmän ostohinta voi olla korkeampi ja toiseksi vuosimaksua perimättömän Microsoftin toiminnasta tiedetään, että jossain vaiheessa tiettyjen ohjelmistoversioiden tuki lopetetaan, jolloin voi olla pakko ostaa uusi.

Järjestelmään tulee 3-4 isoa päivitystä (release) vuodessa, isoja virhekorjauksia (patch) noin kaksi kertaa vuodessa ja ylläpitopäivityksiä kerran kuussa. Kaikilla asiakkailla on aina käytössään sama versio. Järjestelmän päivitystahti vaikuttaa varsin tiheältä. Päivitysten on syytä toimia ja tukipalvelun olla saatavissa, koska kerran kuukaudessa huonosti toimiva järjestelmä ei sovi tuotantokäyttöön. Tätä varten tulee rakentaa erillinen testi- ja koulutusympäristö, jonka toimittaja voi tarjota avaimet käteen -ratkaisuna. Tarjolla on myös koulutusta ja valmennustoimintaa.

Palvelinlisenssit ilman Oracle-lisenssiä maksavat n. 100 000€ Hinta riippuu aikataulupohjien määrästä. 20 aktiivisen käyttösession lisenssit maksoivat 15 000 €/ kpl, kun taas kahden aktiivisen session hinta oli 60 000 €/kpl. Tämän lisäksi tulevat tietenkin kaikki muut käyttöönottoon liittyvät kustannukset.

Järjestelmän tukipalvelut, kehitystyö ja räätälöintimahdollisuudet

Kaikilla asiakkailla on pääsy VPN²⁹-tyyppiseen internetpohjaiseen työkaluun, jolla ilmoitetaan kaikki virhetilanteet. Työkalu tallentaa kaiken viestinnän HaConin kanssa. Jos virhe on vakava, niin sen selvittämiseksi käynnistetään erillinen tukiprosessi tai turvaudutaan etäkäyttöön.

²⁹ VPN = Virtual Private Network; yleensä internetin yli toimiva verkko, jossa kulkeva tietoliikenne on salattua ja siten tietoturvallista. Ratkaisulla saadaan samat edut kuin yrityksen itserakentamalla ja ylläpitämällä verkolla, mutta paljon pienemmin kustannuksin.

Rataverkon haltijalle ollaan kehittämässä kapasiteettisuunnitteluun liittyviä ominaisuuksia; mm. ratakapasiteettihakemukset voitaisiin syöttää jatkossa järjestelmään internetin kautta. Liikennöitsijätoimintoja taas kehitetään jatkossa operatiivisen suunnittelun suuntaan, mikä tarkoittaa tuotantotietojen integroimista nykyistä paremmin järjestelmään aikataulujen laadun parantamiseksi.

Järjestelmän ja järjestelmätoimittajan asema markkinoilla

HaConin tuotteilla on paljon erikokoisia ja erityyppisiä eurooppalaisia asiakkaita. Yksittäisten tuotteiden asiakkaita ei kuitenkaan ole eritelty, vaan referenssit on esitetty koko yrityksen tuotteille. TPS:stä tiedetään kuitenkin, ettei sillä ole asiakkaita Tanskan ulkopuolella. Eräältä toiselta järjestelmätoimittajalta saadun tiedon perusteella Tanskassa harkittaisiin TPS:n korvaamista.

Järjestelmän hyviä puolia

Käytetyt tietotekniset ratkaisut mahdollistavat järjestelmän tietoturvallisen käytön myös monen käyttäjän ympäristössä. Järjestelmässä on varsin paljon toiminnallisuutta etenkin liikennöitsijän tarpeisiin. Käyttöliittymäsuunnittelussa on pyritty helppokäyttöisyyteen ja kaikki käyttöliittymän elementit ovat muokattavissa.

Järjestelmän riskejä ja puutteita

Järjestelmän ratakapasiteetin jakamiseen liittyvä toiminnallisuus on puutteellinen, koska siihen ei voida syöttää kaikkia ratakapasiteettihakemuksia. Jos sitä käytetään tähän tarkoitukseen, pitää joko laatia slottiluettelo tai syöttää voimassaolevat aikataulut sekä kapasiteettihakemukset järjestelmään. Kummassakin tapauksessa RHK:lla tulee olla useita aikataulusuunnittelijoita Tanskan mallin mukaisesti.

Järjestelmällä on vain yksi asiakasmaa. Järjestelmätoimittaja vaatii toisen käden tiedon perusteella varsin paljon yhteydenpitoa ja dialogia, jotta varmistetaan, että kaikilla osapuolilla on sama käsitys asiasta ja HaConilta saataisiin sitä, mitä halutaan. Tämä on yleinen ongelma valmisohjelmistojen ja niiden räätälöinnin yhteydessä, mutta ilmeisesti HaCon on koettu muutenkin hankalaksi yhteistyökumppaniksi.

Ratatiedon syöttäminen järjestelmään voi olla työlästä. Järjestelmän käytettävyys ei kolmesta näytöstä huolimatta ole kaikilta osin paras mahdollinen.

Lisenssikäytäntö poikkeaa normaalista. Järjestelmän kokonaiskustannusten selvittäminen vaikuttaa työläältä, koska järjestelmätoimittajan toiminnasta jäi tältä osin salaileva vaikutelma.

Yhteenveto järjestelmästä

Järjestelmän vahvuuksia ja heikkouksia on käsitelty taulukossa 8.

Taulukko 8. TPS-järjestelmän vahvuudet ja heikkoudet.

Vahvuudet	Heikkoudet
<ul style="list-style-type: none"> • tukee tietokantapohjaisena hyvin tiimityötä • paljon valmista toiminnallisuutta • moderni käyttöliittymä, jonka elementtejä voi muokata varsin vapaasti 	<ul style="list-style-type: none"> • ei toiminnallisuutta ratakapasiteetin jakamiseen ja yhteensovittamiseen • ratatiedon siirrettävyys kyseenalainen • lisenssi- ja ylläpitokustannukset ilmaistu sekavasti • asiakkaita ainoastaan Tanskassa, jossa tyytymättömyyttä • viestintä järjestelmätoimittajan kanssa vaikuttaa hankalalta

TPS-järjestelmässä on hyvin paljon valmista, etenkin liikennöitsijälle sopivaa toiminnallisuutta ja sen käyttöliittymässä on monia hyviä ajatuksia. Järjestelmä ei kuitenkaan vaikuta sopivalta RHK:een monestakin syystä. Ensinnäkin järjestelmä ei kaikilta osin tue ratakapasiteetin hakemista, jakamista ja yhteensovittamista. Toiseksi ainoassa asiakasmaassa harkitaan järjestelmän vaihtamista, joten on olemassa riski, että RHK jäisi järjestelmän ainoaksi asiakkaaksi maksamaan kaiken kehitystyön. Kolmanneksi esittelytilaisuudesta jäi huono jälkimaku, koska järjestelmän esittelijöiden käytöksessä ja yhteistyöhalukkuudessa etenkin hankalien kysymysten yhteydessä oli parantamisen varaa. Eräs vähintään implisiittinen kriteeri järjestelmävalinnassa on henkilökemia, joka ei toiminut tässä tapauksessa.

5.3 iRFP: FBS

Kolmas järjestelmä on iRFP:n FBS³⁰. iRFP on Dresdenin teknillisen korkeakoulun liikenne- ja kuljetustekniikan laitoksesta eriytetty yksikkö. iRFP on aktiivinen mm. RailML-hankkeessa ja tekee yhteistyötä eri tutkimuslaitosten kanssa. Järjestelmään tutustuttiin Dresdenissä huhtikuussa 2005.

FBS:n kehitystyö on aloitettu noin kymmenen vuotta sitten. Järjestelmä tuottaa kaikki rautatieliikenteessä tarvittavat aikatauludokumentit. Järjestelmällä voidaan suunnitella myös junien laiturien ja raiteiden käyttö liikennepaikoilla.

FBS:ssä on päätöksenteontukijärjestelmään liittyviä piirteitä: se mm. tarjoaa aikataulusuunnittelun käyttöön monimutkaisia matemaattisia menetelmiä, jotka ovat olleet kehittäjien mukaan käytössä vain rautatiealan tutkimuksessa ja ehdottaa päätöksentekijälle näiden pohjalta ratkaisuja. Järjestelmän ehdotuksia voidaan siten käyttää aikataulusuunnittelun apuna.

Järjestelmä on kehitetty alun perin pienten ja keskisuurten liikennöitsijöiden aikataulusuunnitteluun. Järjestelmää kehittää 12 hengen ryhmä, jonka lisäksi käytössä on dresdeniläisen Fraunhofer-IVI:n henkilöstöä. FBS:n asiakkaat ovat lähinnä saksankielisellä alueella ja Itä-Euroopassa toimivia pieniä liikennöitsijöitä sekä tutkimuslaitoksia ja korkeakouluja.

Järjestelmän tekninen rakenne ja arkkitehtuuri

FBS on järjestelmän markkinointinimi. Kaikki toiminnallisuus on moduuleissa, joista tärkein on graafisen aikataulun suunnittelumoduuli FPL. BFO-moduulilla hallitaan liikennepaikkoja. Järjestelmässä on myös mm. ratatieto- ja vetokalustomoduulit.

Järjestelmän arkkitehtuuri on kaksitasoinen client/server. Järjestelmä on tiedostopohjainen ja siinä käytetään toimittajan itsekehittämää tietorakennetta, jossa aikataulu- ja ratatiedot ovat rataosittain yhdessä tiedostossa. Tietorakenne on varsin kompakti: esimerkiksi Saksan koko infrastruktuuritieto ja osa aikataulutiedoista veisivät levytilaa vain 200 megatavua.

Tiedostopohjaisuuden hyvä puoli on järjestelmän toiminnan nopeus. Tiedostopohjaisuudesta seuraa, että eri käyttäjien tekemien muutosten priorisointi ja synkronointi voi olla vaikeaa. Tällöin alueellisten käyttäjien toimialueiden ja vastuiden, kokonaisuutta

³⁰ iRFP = Institut für Regional- und Fernverkehrsplanung; engl. Institute for traffic planning systems. FBS = FahrplanBearbeitungsSystem; engl. timetable-processing system.

koordinoivien henkilöiden sekä varahenkilöiden toimenkuvien tulee olla vielä tarkemmin määriteltyjä kuin käytettäessä keskitettyä tietokantaa. Lisäksi tiedonsiirto käyttäjien välillä aiheuttaa turhaa työtä. Järjestelmäarkkitehtuuria ei kuitenkaan olla muuttamassa usean käyttäjän tietokantapohjaiseksi järjestelmäksi, koska FBS:n kehittäjien mukaan yleismaailmallinen tapa toimia on se, että yksi ja sama henkilö suunnittelee aikataulut ja yhteensovittaa ne.

Ratakapasiteetin jakamis- ja yhteensovittamisominaisuudet

Järjestelmässä ei ole varsinaista toiminnallisuutta ratakapasiteetin hakemiseen ja yhteensovittamiseen. Ainakin yksittäisiä junia koskevia ratakapasiteettihakemuksia voidaan kuitenkin yhteensovittaa FPL-moduulin avulla. Aikatauluun voi lisätä uuden junan ja moduuli tarkistaa, mikä on seuraava vapaa slotti tai koska junakohtaus yksiraiteisella radalla voidaan toteuttaa. Aikatauluviivaa voidaan siirtää hiirellä, jolloin ohjelmisto tekee tarvittavat muutokset aikataulutietokantaan. Yksittäisen junan lisääminen aikatauluun on toteutettu tässä järjestelmässä parhaiten tarkastelluista valmisohjelmistoista.

Kapasiteettihakemusten tilan esittäminen on rajallisesti mahdollista, koska haettu ratakapasiteetti voidaan merkitä järjestelmään kapasiteettitoiveena. Useiden rataosatiedostojen alueille ulottuvan hakemuksen käsittely ja useiden junien muuttaminen voi tosin olla haastavaa.

Rataverkon mallintaminen ja simulointi

Yhden rataosan yhdistetyt aikataulu- ja ratatiedot ovat järjestelmän tietorakenteessa aina yhtenä tiedostona. Suositeltava rataosan maksimipituus on esittelijöiden mukaan noin 200 km. Jos juna kulkee usealla rataosalla, ainakin esittelytilaisuudessa avattiin useampi rataosatiedosto kerralla ja yhdistettiin näiden tiedot. Useamman henkilön yhtaikainen saman rataosatiedoston käyttö ei ole mahdollista.

FPL-moduuli vaatii vähintään seuraavat infrastruktuuritiedot: liikennepaikan nimi ja sijainti, liikennepaikoilla ja linjaosuuksilla olevien raiteiden lukumäärä, pituuskaltevuustiedot sekä nopeusrajoitukset liikennepaikoilla ja linjaosuuksilla.

Infrastruktuuritiedot voidaan syöttää järjestelmään erillisen ohjelman avulla. Infradata voidaan myös tuoda järjestelmään teksti- tai Excel-tiedostona. Kreikan rata- ja vetokalustotiedon manuaalinen syöttö kesti 4 miestyöviikkoa. Ratatiedon muuttaminen kesken aikataulukauden aiheuttanee vaikeuksia, koska esittelijöiden mukaan näin ei yleensä toimita eikä aiheesta suostuttu keskustelemaan enempää.

Ratatöiden suunnittelu

Järjestelmä ei ainakaan toistaiseksi pysty esittämään ratatöitä ja niihin liittyviä kapasiteettivaroituksia suorakaiteena graafisessa aikataulussa. Toiminnallisuus on kuitenkin kehitteillä. Ratatyötietoa voidaan jatkossa tuoda järjestelmään etenkin, jos se on teksti- tai Excel-muotoista.

Ratatöidenkin yhteydessä muutetaan mieluiten yhtä junaa kerrallaan. Jos graafinen aikataulu on monimutkainen ja siihen pitää tehdä paljon muutoksia vaikkapa tilapäisen nopeusrajoituksen vuoksi tai kaksiraiteisen osuuden muuttuessa yksiraiteiseksi, aikataulun muuttamiseen juna kerrallaan saattaa kulua useita tunteja.

Aikataulusuunnitteluominaisuudet

Aikataulua voidaan tarkastella kalenterinäkyymässä, jossa syötetään poikkeukset normaaliin aikatauluun. Junia voidaan asettaa kaikille tai vain tietyille viikonpäiville sekä yksittäisille päivämäärille.

Uusi juna voidaan lisätä joko kopioimalla junatiedot tai aloittamalla tyhjästä. Jälkimmäisessä tapauksessa syötetään junan numero ja valitaan junatyyppi, vetokalusto, vaunutyyppi sekä vaunujen lukumäärä. Junatiedoista syötetään matkustajajunien osalta yleensä vaunu- ja vetokalustotiedot, tavarajunissa riittää vetokaluston lisäksi pituus ja massa. Myös kalustokiertoa voidaan optimoida erillisen VISPER-moduulin avulla. Ohjelmassa on dynaaminen ajoajan laskenta. Ajoajan voi syöttää myös manuaalisesti.

Jos uudella junalla on konflikti graafisessa aikataulussa jo olevan kanssa, ohjelmisto varoittaa tästä syyn mukaisella symbolilla. FPL-moduulin avulla voidaan mm. arvioida, miten vetokaluston vaihto tai ratatyöt vaikuttavat junakohtauksiin yksiraiteisilla rataosilla.

Uusi aikataulu laaditaan yleensä vanhan aikataulutiedoston pohjalta. Tavara- ja matkustajajunien aikataulut voidaan yhdistää ja lähettää rataverkon haltijalle. Junat, joille ei ole vielä myönnetty kapasiteettia, voidaan merkitä eri tavalla kuin ne junat, joille kapasiteetti on myönnetty.

Liikennepaikkoihin liittyvät ominaisuudet

Saksankielinen BFO-moduuli käsittelee liikennepaikkojen raide- ja laiturivaraukset. Se saa tietonsa FPL-moduulin niistä tiedoista, joista tehdään myös graafiset aikataulut. Moduulin toiminnallisuuteen kuuluu myös liikennepaikkoihin liittyvien konfliktien tunnistaminen. BFO-moduulia ollaan yhdistämässä osaksi FPL-kokonaisuutta.

Junien käsittelyyn ja liikennöintiin liittyvät ominaisuudet

FBS:ssä on valmis vetokalustotietokanta, johon voidaan lisätä uusia vetureita. FPL-moduuli käyttää vetokalustotietoja ajoaikojen dynaamiseen laskentaan. Järjestelmätoimittaja seuraa myös veturiprotojen kansainvälistä kehitystä, joten niitäkin voidaan sijoittaa kalustoon. FPL:ssä voidaan laatia erilaisia nopeusprofiileja tavara- ja matkustajajunille sekä eri kulkusuunnille. Myös tunnelit voidaan ottaa huomioon.

Liikennepaikkojen pysähtymisajat voidaan vakioda junatyypin mukaan ja tietty pysähtymiskäyttäytyminen voidaan liittää uuteen junaan. Nopeatkin muutokset onnistuvat ainakin asematiedon ja raiteiden käytön kohdalla.

Yksittäisiä junia voidaan siirrellä graafisessa aikataulussa ja esim. junan pysähtymiskäyttäytymistä muuttaa helposti. Junia voidaan myös valita ja lajitella valmiiden lajitte-lukriteerin perusteella. Vain tietyn liikennöitsijän junia ei vielä voi valita. Tiettyjen liikennöitsijöiden junat voidaan piilottaa aikataulunäkymästä, mutta niille varattuja slotteja ei voida käyttää.

Erillinen, pienten ja keskisuurten liikennöitsijöiden tarpeisiin suunniteltu VISPER-moduuli tarjoaa kalustokiertoa ja henkilöstön sijoituksiin liittyvää toiminnallisuutta. KASKOSS taas on pienen liikennöitsijän tarpeisiin riittävä kustannuslaskentamoduuli.

Käyttöliittymä

Käyttöliittymä vaikuttaa Windowsia aiemmin käyttäneelle helposti omaksuttavalta ja se voidaan kääntää suomenkieliseksi. Järjestelmätoimittaja ei mielellään käännä vain yhteen maahan tarkoitettua käyttöliittymää, vaan tarjoaa apua paikallisille toimijoille ohjelmiston kääntämisessä. Kielen voi vaihtaa kesken ohjelman käyttöä, mutta kaikki tietokentät eivät käänny ilman ohjelman uudelleenkäynnistystä.

Graafisen aikataulun akselit ovat saksalaisen käytännön mukaisia. Akseleiden kääntömahdollisuus vaatii isoja muutoksia koko ohjelmiston rakenteeseen. Muutostyö on vielä kesken ja valmistunee ensi vuonna. Tulostamista varten akselit voidaan kuitenkin kää-

tää. Viivatyyppejä ja värejä voidaan graafisessa aikataulussa muuttaa varsin vapaasti. Tietyille junatyypeille voidaan valita aina tietty viivatyyppi ja väri.

Lisenssityypit, osto- ja ylläpitokustannukset ja päivitysprosessi

Ohjelmiston lisenssit maksavat 25000 € / käyttäjä. Ostettaessa useampia lisenssejä lisenssikustannus per käyttäjä alenee kymmeneen käyttäjään asti. Tämän jälkeen on ostettava koko organisaation lisenssi, jossa käyttäjien määrää ei ole rajoitettu. Vuositainen ylläpitomaksu on 12% lisenssien ostohinnasta. Suomalaisen ylläpitäjän palkkaaminen alentaa ylläpitomaksua ylläpitäjän hoitaessa juoksevia asioita kuten helpdesk -toimintaa ja päivitysten asentamista.

Järjestelmäpäivityksiä on 1-2 kpl vuodessa. Ydintoiminnallisuus pidetään samana kaikilla asiakkailta ja asiakaskohtaiset tarpeet mm. käyttöliittymässä hoidetaan yleensä lisämoduuleilla. Kun asiakastoivomuksia kehitetään uudeksi toiminnallisuudeksi, niitä yritetään aluksi työstää mahdollisimman monelle asiakkaalle sopiviksi. Uuden ominaisuuden lisäämistä ohjelmistoon voidaan nopeuttaa, jos se on jollekin käyttäjälle erityisen tärkeä. Monen asiakkaan käytettävissä oleva uusi ominaisuus ei maksa erikseen, mutta sen kehittämisaikataulusta ei voida luvata mitään. Vain tietyssä maassa käytettävä uusi ominaisuus maksaa erikseen: esimerkiksi maakohtainen kuljettaja-aikataulu maksaa yleensä 5 000-10 000 €

Järjestelmätoimittaja tarjoaa koulutuspalveluja, joiden ostoa suositeltiin vahvasti. Koulutus tapahtuu sessioissa joko Dresdenissä tai asiakkaan luona. Isojen asiakkaiden kanssa järjestetään erilaisia seminaareja.

Järjestelmän tukipalvelut, kehitystyö ja räätälöintimahdollisuudet

Järjestelmän donglea³¹ voidaan käyttää ohjelmiston toiminnan analyysiin iRFP:n kotisivuilta saatavan ohjelman avulla. Lisenssin ostaneille on tarjolla tukipuhelin. Tulevasta kehitystyöstä todettiin, että järjestelmätoimittaja lisää toimintoja asiakastarpeiden mukaan eikä ohjelmiston jatkossa tarjoamasta toiminnallisuudesta voida sanoa vielä paljoakaan. Yksittäisenä kehityskohteenä mainittiin ratatyövarausten näkyminen graafisessa aikataulussa. Ominaisuuden kehitysaikataulusta ei voitu sanoa mitään varmaa.

³¹ Dongle on etenkin kalliiden ohjelmistojen kopiointia estämään käytetty mekanismi. Esimerkki donglesta on työaseman sarja- tai USB-porttiin liitettävä laite, jota ilman ohjelmisto ei käynnisty. Termille ei ole hyvää suomenkielistä käännöstä; esimerkiksi Tietotekniikan liiton ATK-sanakirjan mukaan dongle on suomeksi tonkeli.

Järjestelmän ja järjestelmätoimittajan asema markkinoilla

Järjestelmällä on paljon käyttäjiä etenkin saksankielisessä Keski-Euroopassa. Käyttäjät ovat usein pieniä liikennöitsijöitä, jotka operoivat vain tietyillä rataosilla. Tällaisten liikennöitsijöiden tarpeisiin ohjelmisto vastaakin hyvin. Järjestelmää käytetään myös tutkimuslaitoksissa ja korkeakouluissa, joissa järjestelmän tapaisella helppokäyttöisellä ja nopealla, vaikkakin ominaisuuksiltaan rajallisella työkalulla lienee paljon käyttöä.

Järjestelmän hyviä puolia

Järjestelmä vaikutti esittelytilaisuuden perusteella hyvin helppokäyttöiseltä aikataulusuunnittelutyökalulta: aikatauluviivan siirto hiirellä sai ohjelman varmistamaan kulkutien ja tekemään kaikki muutkin junan kulkuun liittyvät toimenpiteet automaattisesti. Järjestelmä toimi nopeasti. Järjestelmän avulla voidaan suunnitella myös yhteyksiä liityntäliikenteeseen.

Järjestelmän riskejä ja puutteita

Ratakapasiteetin jakamiseen ja yhteensovittamiseen ei yksittäisten junan lisäämistä lukuunottamatta ole toiminnallisuutta. Ohjelmiston kehitystyössä ei ole otettu huomioon pitkän aikavälin tarpeita tai koko suunnittelusykliä strategiselta tasolta operatiiviselle tasolle asti, minkä vuoksi ohjelmisto ei tue isomman liikennöitsijän tai rataverkon haltijan kaikkia tarpeita.

Järjestelmän keskeinen toiminnallisuus on työasemassa olevassa ohjelmistossa, mihin liittyy omat riskinsä ja rajoituksensa laajennettavuuden ja monen käyttäjän yhtäaikaisen käytön suhteen. Järjestelmän tietorakenne on tehokas, mutta se on toimittajan oma, joten ulkopuolisten tukipalvelujen saatavuus voi olla heikko. Ratatieto tulee erikseen syöttää tai siirtää järjestelmään, mutta sen ylläpito ja sijainti jäi avoimeksi. Ratatöitä ei saa vielä näkymään varauksena graafisessa aikataulussa.

Järjestelmätoimittajan henkilöresurssit ovat varsin vähäiset eikä muita pohjoismaisia asiakkaita ole. Riski tukipalvelujen saatavuudesta on olemassa etenkin, jos järjestelmätoimittajalla on resurssipula ja sen pitää valita, reagoidaanko ensin saksankieliseltä alueelta vai jostain muualta tulevaan tukipyyntöön. Englanninkielisillä kotisivuilla havaittiin olevan vähemmän tietoa kuin saksankielisillä, joten tukipalvelujen ja lokalisoinnin suhteen on syytä olla tarkkana. Myös omien tarpeiden viestimisessä järjestelmätoimittajalle voi esittelytilaisuuden perusteella syntyä ongelmia.

Järjestelmän toiminnallisuuden kehittyminen on epävarmaa, koska järjestelmätoimittajalla ei vaikuttanut olevan selkeää omaa visiota siitä, mihin suuntaan ohjelmistoa tulisi kehittää, vaan toimittaja vaikutti olevan liiaksi asiakastarpeiden varassa.

Yhteenveto järjestelmästä

Järjestelmän vahvuuksia ja heikkouksia on käsitelty taulukossa 9.

Taulukko 9. FBS-järjestelmän vahvuudet ja heikkoudet.

Vahvuudet	Heikkoudet
<ul style="list-style-type: none"> • nopea • kompakti tietorakenne • varsin edullinen • yksittäisen junan lisääminen aikatauluun helppoa • tukee railML-standardia 	<ul style="list-style-type: none"> • tiedostopohjainen, yhdessä työasemassa toimiva järjestelmä • soveltuu parhaiten pienille liikennöitsijöille, vähän toiminnallisuutta rataverkon haltijalle • yksi moduuli ja osa dokumentaatiosta saksankielisiä • graafisen aikataulun akseleita ei voi kääntää • järjestelmätoimittaja asiakastarpeiden varassa; oma visio puuttuu • ohuet henkilöresurssit

FBS-järjestelmä on tiedostopohjainen ja sitä käytetään yhdessä työasemassa, joten se on nopea. Yksittäisen junan lisääminen on helppoa, koska järjestelmä osaa etsiä vapaan slotin aikataulusta.

Järjestelmässä ei kuitenkaan ole yksittäisen junan lisäämistä lukuunottamatta toiminnallisuutta ratakapasiteetin hallintaan. Tiedostopohjaisuuden ja työasemasidonnaisuuden vuoksi tiimityöskentely aiheuttaa turhaa työtä, koska järjestelmän eri käyttäjien pitäisi lähettää aikataulu- ja rataosatiedostoja toisilleen. Tällöin tiedon ajantasaisuus ja eheys muodostuu helposti ongelmaksi. Järjestelmä soveltuukin parhaiten pienille liikennöitsijöille, joissa yksi aikataulusuunnittelija vastaa koko prosessista. Puutteena voidaan pitää myös sitä, että graafisen aikataulun akselit voidaan kääntää ainoastaan tulosteissa.

Järjestelmätoimittaja pyrkii toteuttamaan asiakkaidensa tarpeet hyvin, missä ei sinänsä ole mitään vikaa. Järjestelmätoimittajan oman vision puuttuessa järjestelmä voi kuitenkin kehittyä vuosien kuluessa odottamattomiin suuntiin, mikä ei ole hyvästä 5-20 vuotta käytettävän järjestelmän yhteydessä.

5.4 RMCon: RailSys

Neljäntenä tarkasteltava järjestelmä on hannoverilaisen Rail Management Consultantsin (RMCon) aikataulusuunnittelu-, infrastruktuurinhallinta- ja simulointiohjelmisto RailSys. Ohjelmisto otettiin mukaan tarkempaan tarkasteluun, koska se vaikutti ÖBB:ltä tulleen sähköpostin ja etukäteismateriaalin perusteella varteenotettavalta vaihtoehdolta. Järjestelmään tutustuttiin Hannoverissa toukokuussa 2005.

RMConin historia on samantyyppinen kuin iRFP:n ja HaConin: Hannoverin yliopiston tutkijat perustivat yrityksen viitisen vuotta sitten kehittämään RailSys-ohjelmistoa. Yksi yrityksen johtajista ja omistajista toimii sekä yliopistolla että yrityksessä. Ohjelmiston parissa työskentelee noin 30 henkeä. Yritys on esittelijöiden mukaan aktiivinen toimija omassa verkostossaan ja pyrkii olemaan sitä myös kansainvälisesti. Australian-tytäryhtiö on perustettu 2001.

Yritys on tehnyt vuoden 1999 jälkeen yli 100 asiakasprojektia. Tällä hetkellä yrityksellä on asiakkaita mm. Saksassa, Itävallassa, Britanniassa, Hollannissa, Tanskassa ja Luxemburgissa sekä Euroopan ulkopuolella Israelissa ja Australiassa. Ohjelmistoa käytetään monissa maissa myös tieteelliseen toimintaan. Yritys on mm. mallintanut koko Saksan rataverkon ja optimoinut Nordrhein-Westfalenin noin 10000 km pitkän rataverkon. DB on yrityksen tärkeä asiakas: tänä vuonna yrityksen liikevaihdosta lähes 50% - noin 700 000 €- tulee DB:ltä, jolla on 30 RailSys-lisenssiä.

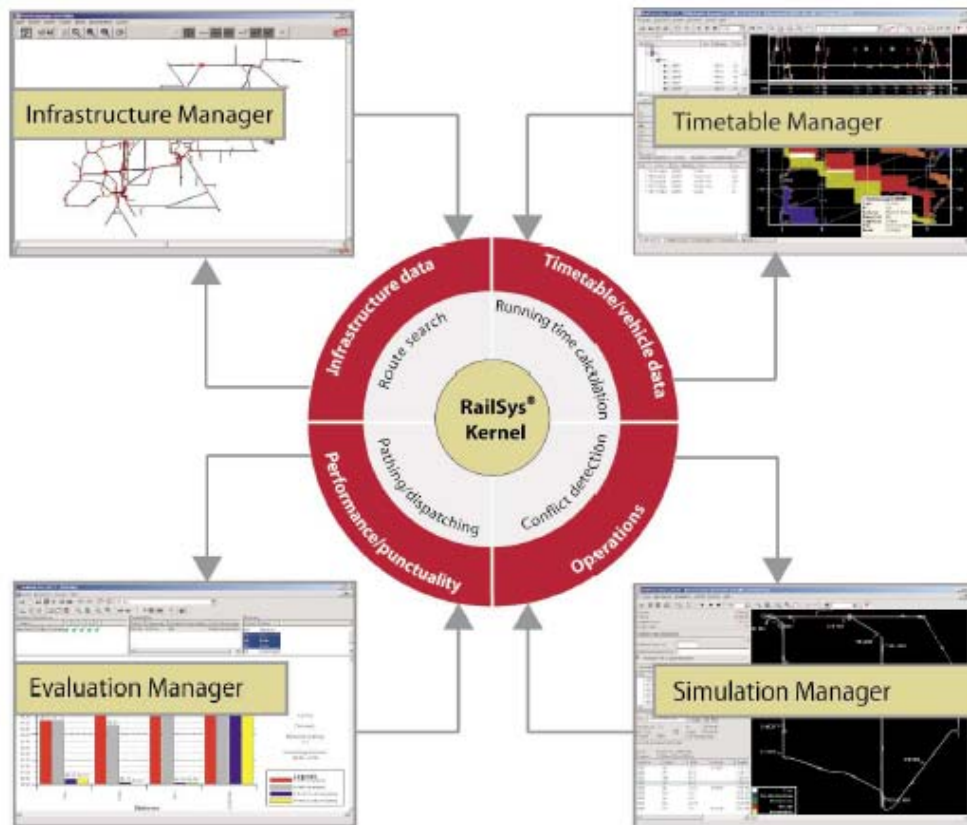
Yrityksen merkittävänä saavutuksena voidaan pitää sitä, että Britannian rataverkon haltija Network Rail hyväksyy jatkossa vain RailSysillä laskettua materiaalia, joten järjestelmää myytäneen varsin paljon Britanniassa toimiville konsulttitoimistoille. Network Rail on ostanut 20 RailSys-lisenssiä strategiseen suunnitteluun.

Muita ohjelmiston käyttäjiä ovat mm. Tukholman teknillinen korkeakoulu, Alstom ja joukko saksalaisia konsulttitoimistoja. BaneDanmark käyttää myös RailSysiä infra- ja aikataulusuunnitteluun. Virallisestihan BaneDanmark käyttää edelleen HaConin TPS-järjestelmää. Koska kahden järjestelmän yhtäaikainen käyttö on yleensä työläs ja kallis ratkaisu, voidaan olettaa, ettei TPS-järjestelmään olla täysin tyytyväisiä. RMConissa ei haluttu ottaa asiaan kantaa.

Etukäteismateriaalina RailSysistä on ollut käytettävissä valmistajan esite ja internet-sivusto sekä ohjelmistoon liittyviä tieteellisiä artikkeleita.

Järjestelmän tekninen rakenne ja arkkitehtuuri

Järjestelmä koostuu neljästä moduulista kuvan 13 mukaisesti.



Kuva 13. RailSysin moduulirakenne (Anon. 2005j).

Järjestelmän arkkitehtuuri on kaksitasoinen client/server. Järjestelmä on tiedostopohjainen samoin kuin FBS. Tästä seuraa, ettei monta käyttäjää voi käyttää järjestelmän tietojaa yhtäaikaan. Valittua tietomallia perustellaan suorituskyvyllä: tietokantaratkaisu on hitaampi. Järjestelmän käyttämää tietomallia kehitettiin modulaariseksi ja nopeaksi. Kaikki infra- ja aikataulutieto tallennetaan järjestelmään vain kerran. Järjestelmässä voidaan säilyttää useita versioita infra- ja aikataulutiedosta.

Järjestelmätoimittajan mukaan tiedostopohjaisuuden ongelma voidaan kiertää jakamalla rataverkko osiin ja selkeyttämällä vastualueet. Toimittajan esittämässä mallissa suunnitellaan ensin kaukoliikenteen aikataulut, jonka jälkeen lähiliikenne saa jäljelle jäävän ratakapasiteetin. Alueiden aikataulusuunnittelu voidaan tehdä erikseen, jonka jälkeen yksi suunnittelija ratkaisee jäljelle jääneet ongelmat.

Ohjelmisto on kehitetty C++-kielellä ja itse RailSys on Linux-palvelimella. Järjestelmästä on valmiit rajapinnat tiettyihin järjestelmiin ja tiedon esitystapoihin, joita ovat mm. XML-esitysmuoto, Viriaton aikataulutiedostot, Excel ja Access, RUT-K:n rata- ja aikataulutieto ja Network Railin käyttämä aikataulutieto. RMCon rakentaa parhaillaan rajapintoja DB:n infratietokuvauksiin sekä aikataulutietokantaan.

Järjestelmä soveltuu lyhyen aikavälin suunnittelusta pitkän aikavälin strategiseen suunnitteluun. Järjestelmän käytössä syötetyn infratiedon tarkkuudella on suuri rooli. Ohjelmisto perustuu TPS:n tapaan projekti-käsitteeseen, jonka alle yhdistetään erilaiset infra- ja aikatauluversiot.

Ratakapasiteetin jakamis- ja yhteensovittamisominaisuudet

Järjestelmässä ei vaikuttanut olevan toiminnallisuutta ratakapasiteettihakemusten yhteensovittamiseen. Uuden junan lisäämiseen tarkoitettu, protoasteella oleva New Train Path -toiminto etsii vapaata kapasiteettia eikä siirrä muita junia. Toiminto on tarkoitettu lähinnä tavarajunien suunnitteluun eikä se pysty muuttamaan aikatauluja. Toiminto perustuu suojustusvälien tarkasteluun eikä se aina löydä vapaata slottia, jos liikenne on vilkasta. Toiminnallisuuden kehittämiseksi tehdään tutkimustyötä yhdessä DB:n kanssa ja sen odotetaan valmistuvan alkuvuodesta 2007. Prototyyppi näytti kuitenkin toimivan varsin hyvin ja sitä käytetään RMConin projekteissa.

Ohjelmisto pystyy arvioimaan kapasiteetin käyttöä varsin hyvin: erilaisia tunnuslukuja on helposti saatavissa. Eri tunnuslukujen välillä siirtyminen on helppoa.

Rataverkon mallintaminen ja simulointi

Järjestelmä on tiedostopohjainen, mutta FBS-järjestelmään verrattuna RailSys on parempi siinä, että ratatieto on yhdessä tiedostossa. Järjestelmän ratatietoparametrit ovat rataosan pituus, S_n / nopeusprofiilit, pituuskaltevuus, kaarresäteet, sähköistys tunnelin poikkileikkaus sekä korkeus merenpinnasta. Järjestelmän käyttämä infratieto on varsin tarkkaa, joten tiedon ylläpitokysymykset tulee ratkaista. Järjestelmässä on valmiina useita nykyaikaisia opastinjärjestelmiä³², joita voidaan lisätä tarvittaessa.

Järjestelmässä voidaan säilyttää useita erilaisia infra- ja aikatauluversioita. Yhteen projektiin voidaan siirtää tietoa useista versioista. Versioiden välillä voidaan siirtää tietoa. Järjestelmän tietomallin ansiosta ainoastaan työaseman muistin määrä rajoittaa rataverkon kokoa. Tämän lisäksi rataverkon tiedot voidaan hajottaa alaverkkoihin, joita

³² RailSysissä on valmiina seuraavat opastinjärjestelmät: saksalainen PZB, ATC, tanskalainen ATC, useiden suojustusvälien opastimet, opastetietojen siirto baliisien avulla, liikkuva suojustusväli (ERMTS) ja näköyhteyden varassa ajaminen (raitiovaunut).

voidaan käyttää vapaasti myös samanaikaisesti. Järjestelmään voidaan lisätä uuden rataosan tietoja, joiden ei tarvitse olla eksakteja.

Ratatiedon tuominen järjestelmään on järjestelmätoimittajan mukaan joka kerralla erilainen toimenpide, koska asiakkailta on yleensä erilainen infradataformaatti. DB:n järjestelmistä tieto on tuotu DB:n XML-muodossa, johon RMCon on rakentanut tarvittavan muuntimen. Tanskaa varten on rakennettu toinen muunnin, jolla STRAX/TPS:n tuottama XML on käännetty RailSys-formaattiin. Infradataa voidaan tuoda järjestelmään myös Excel-muotoisena. Tämän lisäksi järjestelmään on kehitteillä infratiedon manuaalista syöttöä helpottava, Excel-tyyppinen työkalu. Infratieto voidaan tuoda järjestelmään myös railML-muodossa.

Infradatan syöttämisestä kysyttäessä saatiin selville, että Etelä/Lounais-Englannin rata-verkon tietojen syöttö kesti manuaalisesti ja erilaisista tietokannoista syötettynä 21 henkilötyöviikkoa. Syötetyn rataverkko-osan pituudesta ei ollut tietoa. ÖBB:n ja BaneDanmarkin infradatan syöttöaika ei ole vertailukelpoinen Suomeen, koska ratatieto oli jo valmiiksi sähköisessä muodossa.

Infrastructure Manager -moduulissa voidaan vaihtaa rataosuuden tietoja ja suurentaa sitä sopivalle tarkkuustasolle. Järjestelmään tuodusta tai syötetystä infradatasta voidaan arvioida kustannus- ja simulointitoimintojen avulla, mihin infrastruktuurin osiin kannattaa panostaa ja millaista hyötyä investoinneista tai toimintatapojen muutoksista saadaan. Vaikkapa junan seistessä pitkään opastimella voidaan arvioida, tuleeko tehdä infrastruktuuri-investointi vai voisiko liikenteenohjaus vaikuttaa asiaan.

Järjestelmätoimittaja esitti Suomeen seuraavantyyppistä ratkaisua: infradata olisi yhdessä tiedostossa, mutta aikataulutiedostoja olisi useita käytetyn aluejaon mukaan. Aikataulutiedostot vietäisiin järjestelmästä ulos toisille järjestelmän käyttäjille, jotka toisivat tiedostot takaisin ohjelmaan, tekisivät tarvittavat muutokset ja palauttaisivat tiedostot kokonaisuudesta vastaavalle suunnittelijalle.

Simulation Manager tarjoaa yhteen tai useampaan päivään liittyvää toiminnallisuutta. Voidaan vaikkapa varmistaa, että konfliktiton aikataulu toimii tai miten aikataulu toimii silloin, jos kaikkia konflikteja ei pystytä poistamaan. Samoin voidaan tarkastella käyttöasteen ja junien määrän perusteella, missä rataverkon pullonkaulat ovat. Simuloitu aikataulu, josta konfliktit on poistettu, voidaan siirtää takaisin aikataulutiedostoon.

Simuloinnissa nähdään rataverkko ja junien liikkeet. Simulaatiossa näkyvien myöhästymisten määrä voidaan asettaa myöhästymisajan funktiona. Toiminnolla voidaan visualisoida rataverkon toimintaa. Simulointia voitaisiin käyttää myös ratakapasiteettihakemusten yhteensovittamisen testaamisessa.

Evaluation Manager on rakennettu helppokäyttöisemmäksi Excelin korvikkeeksi. Macroscopic-näytössä nähdään mm. myöhästymiset liikennepaikoilla havainnollisessa verkkomaisessa näkymässä. Esitystapa voi olla hyödyllinen rataverkkoon liittyvistä investointisuunnitelmista ulkopuolisille tahoille viestittäessä. Järjestelmä laskee tarvittaessa joukon erilaisia tunnuslukuja (key performance indicators) mm. täsmällisyydestä. Siitä saadaan myös graafisia esityksiä ilman erillisiä simulaatioajoja.

Järjestelmän NEMO (Network Evaluation Model) -lisämoduuli on Itävallassa käytössä oleva strategisen suunnittelun apuväline infrastruktuurin, operatiivisen toiminnan ja kuljetuskysynnän arviointiin. TPIS (Train Path Price Information System) -lisämoduuli taas on tarkoitettu ratamaksun määrittämiseen ja siitä on suurin hyöty silloin, kun ratamaksu vaihtelee ratatyypin, vetovoiman tai muun tekijän mukaan.

Ratatöiden suunnittelu

Ratatyöt syötetään järjestelmään Timetable Managerin kautta, jolloin niiden vaikutusta liikenteeseen voidaan simuloida. Simulointi koskee myös tilanteita, jolloin käynnissä on useita toisiinsa vaikuttavia ratatöitä. Myös vähäisessä käytössä olevan infrastruktuurin merkitystä esim. onnettomuustilanteissa voidaan arvioida. Dynaamisen ajoajan laskennan ansiosta mahdolliset myöhästymiset ovat hyvin tiedossa.

Ohjelmiston simulointiominaisuudet ja etenkin useiden ratatöiden yhteisvaikutus liikenteeseen ovat tarkasteltavista valmisohjelmistoista parhaiten toteutettuja tässä järjestelmässä. RailSysiä on käytetty mm. Berliini-Hampurin ratatöiden yhteydessä, koska RUT-K ei pystynyt mallintamaan ratatöihin liittyviä, yksiraiteisilla osuuksilla tapahtuvia työkoneiden ja sepelijunien siirtoja.

Järjestelmän lisämoduuli SOG:n avulla voidaan suunnitella ratatöiden kokonaisprosessia. Moduuli tarjoaa laskelmia työajoista ja -kustannuksista sekä määrittelee tarvittavat koneet ja työntekijöiden määrän. Lisäosa pystyy tuottamaan lyhyessä ajassa useita eri suunnitelmia (variants) tietystä ratatyöstä, joita voidaan verrata keskenään. Erilaisten työkoneiden suoritusarvot ja käyttöönoton kesto voidaan syöttää lisäosaan.

Aikataulusuunnitteluominaisuudet

Uusi juna ja sen aikataulu syötetään ”Timetable Managerissa” seuraavasti: valitaan haluttu junatyyppi, asetetaan lähtö- ja pääteasemat sekä mahdolliset väliasemat, jonka jälkeen järjestelmä laskee nopeimman reitin. Seuraavaksi valitaan, halutaanko yksi tai monta junaa ja kopioidaan pysähtymiskäyttäytyminen junapohjasta (base train). Monen junan tapauksessa tehdään vakioaikataulun mukainen junaryhmä ja poistetaan tarpeettomat junat.

Junilla voi olla eri liikennöintipäiviä ja eri junat voivat käyttää samaa slottia eri päivinä. Järjestelmän kalenteritoiminto mahdollistaa ainoastaan liikennöintikauden alku- ja loppupäivien sekä liikennöitävien viikonpäivien syöttämisen. Paremmen toimiva kalenteri on mukana RailSysin seuraavassa versiossa.

Graafisessa aikataulussa voidaan näyttää erilaisia näkymiä mm. junien käyttämästä ratakapasiteetista, nopeuksista sekä liikennepaikoilla käytetyistä raiteista. Junia voidaan siirtää sekä graafisessa aikataulussa että rataverkkonäytössä hiirellä myös suurempia määriä kerrallaan tiettyjen kaavojen mukaan. Siirtämisen yhteydessä junille lasketaan uusi ajoaika dynaamisesti sekä tarkistetaan konfliktit. Graafisen aikataulun käsittely ei kuitenkaan ole yhtä helppoa kuin esimerkiksi FBS-järjestelmässä: vain koko junan siirtäminen kerralla onnistuu. Jos halutaan siirtää vain osaa junasta, pitää muokata aikataulutaulukkoa.

Tietty juna voidaan esittää erikseen graafisessa aikataulussa ja arvioida sen kulkua. Minimiajoaika ja toteutunut ajoaika näkyvät järjestelmässä. Minimiajoaikaan voidaan lisätä tietty pelivara. Junalla voi olla erilainen reitti eri aikataulupäivinä.

Järjestelmä etsii ja näyttää konfliktit koko rataverkolla, muttei korjaa niitä automaattisesti. Konfliktit voidaan ryhmitellä konflikti- ja junatyyppien mukaan ja tietyt konfliktit voidaan piilottaa. Ohjelmistossa on paljon sisäänrakennettuja virheentarkistuksia. Järjestelmä osaa toimia automaattisesti ennalta-asetettujen ehtojen ja prioriteettien mukaan, jolloin häiriötilanteessa junia reititetään vaihtoehtoisille reiteille tai käsketään odottamaan tärkeämpää junaa. Tämä toimii myös simuloinnin yhteydessä.

Järjestelmään voidaan määritellä vakio- ja pistekohtainen puskuriaika, jolloin siihen liittyvät aikataulusuunnittelun sääntörikkomukset näkyvät konflikteina. Graafisessa aikataulussa voidaan näyttää joko pelkät aikatauluviivat tai puskuriaikalaatikot viivan ympärillä.

Järjestelmästä ei voida vielä tulostaa aikatauluja. Toiminnallisuus on tulossa RailSysin seuraavaan versioon. Tässä vaiheessa valmis tuloste näytti HTML-taulukolta. Esittelijät pyrkivät kääntämään tilanteen edukseen toteamalla, että tulevat asiakkaatkin voivat vielä vaikuttaa tulostusformaattiin.

Liikennepaikkoihin liittyvät ominaisuudet

Junia voidaan sijoittaa liikennepaikoilla tietyille raiteille ja siirtää niitä hiirellä, jolloin tieto raidemuutoksesta siirtyy myös aikataulutietoihin. Järjestelmä tarkistaa, onko reitti linjaosuudelta kyseiselle raiteelle tai päinvastoin mahdollinen. Junan reitti liikennepaikalla nähdään myös suurentamalla graafista aikataulua. Raiteiden käyttöaste prosenttei-

na näkyy järjestelmästä. Tämä kokonaisuus vaikutti tässä järjestelmässä erityisen hyvin toteutetulta verrattuna muihin valmisohjelmistoihin.

Jos junan pysähtymisaikaa muutetaan ja jokin pysähtymisajoista on kiinnitetty, ohjelma varoittaa, ettei aikataulu ole mahdollinen, mutta sen voi kuitenkin hyväksyä. Ohjelman laskemia teknisiä minimiajoaikoja ei voi muuttaa. Pysähdykset voi tehdä ehdollisiksi ja ohitus- ja pysähtymisraiteet liikennepaikalla määrätä erikseen. Junien vaihtoyhteyksille voidaan määritellä odotusaika ja vaihto aika asemalla. Lisäksi voidaan arvioida, mah- tuuko tietty juna tietylle laiturille tai raiteelle.

Junien käsittelyyn ja liikennöintiin liittyvät ominaisuudet

Junatiedot varastoidaan puumaiseen rakenteeseen. Hakemistopuun voi rakentaa varsin vapaasti: Britanniassa ylin taso on liikennöitsijät, jonka jälkeen tulevat rataosat. Saksas- sa ylimmällä tasolla ovat junatyypit.

Junan ja vetokaluston ominaisuudet syötetään profiileihin. Järjestelmään voidaan varas- toida 10 erilaista nopeusprofiilia vaikkapa erilaisille tavarajunille. Junien sijainti rata- verkolla on mahdollista nähdä reaaliajassa opastinjärjestelmistä tulevan tiedon perus- teella. Junia voidaan tarkastella tietyillä rataosilla esim. lukumäärien ja tyyppien perusteella graafisesti. Näkymään voidaan vaikuttaa usealla eri tavalla. Kalustokiertoa varten on DISPO-lisämoduuli, joka hakee aikataulutiedot XML-rajapinnan yli.

Käyttöliittymä

Järjestelmää suositellaan käytettäväksi kahdella näytöllä, joista toisella on graafinen aikataulu ja toisella aikataulutaulukko. Graafisen aikataulun aika- ja paikka-akselit voidaan kääntää. Windowsin tyypilliset käyttöliittymätoiminnot ovat käytettävissä järjestelmän yhteydessä. Kaikkien elementtien väriä voidaan vaihtaa. Tämän lisäksi käytössä on undo/redo -toiminnot ja muutokset tallentuvat vasta, kun ne tallennetaan erikseen. Ohjelmassa on useita oikopolkuja eri toimintojen välillä.

Graafisessa aikataulussa voidaan näyttää kaikki liikennepaikat tai vain osa niistä. Graa- fista aikataulua voidaan suurentaa siten, että yksittäiset raiteet näkyvät. Graafisessa aikataulussa voidaan näyttää suunniteltu ja toteutunut aikataulu. Aikatauluviivaa voi- daan siirtää hiirellä. Jos halutaan muuttaa vain osaa junan reitistä, uudet ajat on syötet- tävä aikataulutaulukon kautta. Junan reitti on näkyvissä myös taulukkonäkymässä.

Järjestelmän kaikki Timetable-, Evaluation- ja Simulation Manager -näkymät voidaan tulostaa tai tallentaa kuvatiedostoina. Taulukkomuotoinen tieto taas voidaan viedä ulos Excel- tai tekstimuotoisena. Taulukkonäkymien sarakejärjestystä voidaan muuttaa

tarvittaessa ja käyttämättömiä sarakkeita poistaa näkymästä kokonaan. Tiedon vieminen järjestelmästä onkin toteutettu erityisen hyvin.

Järjestelmä on saatavilla englannin- tai saksankielisenä. Kuten useissa muissakin valmisjärjestelmissä, myös tässä käyttöliittymä voidaan kääntää suomeksi.

Koska kaikki tehtävät laskutoimitukset kohdistuvat myös ei-aktiivisiin ikkunoihin, useiden ikkunoiden aukipitäminen hidastaa järjestelmän käyttöä.

Lisenssityypit, osto- ja ylläpitokustannukset ja päivitysprosessi

RailSysistä on tarjolla kahdentyyppisiä lisenssejä sallitun käyttöalueen - maailmanlaajuinen vai tietty maa - perusteella. Tietyn maan lisenssit maksavat ostettaessa 1-20 kpl 20500 €/kpl. Tätä suuremmilla määrillä ostohinta per lisenssi on 15500 €/kpl. Maailmanlaajuisien lisenssien hinta on aluksi 41000 €/kpl, mutta vähintään 6 kpl:n ostohinta on 20500 €/kpl. Siten ostettaessa 6-20 lisenssiä on sama, kumman lisenssin ostaa, mutta tätä suuremmilla tai pienemmilla määrillä maakohtainen lisenssi on halvempi.

RMCon oli mielellään myymässä pakettia, joka on sekoitus konsultointia ja lisenssejä. Järjestelmätoimittaja tarjosi normaaliin tapaan aluksi pilottiprojektia, jonka jälkeen päätettäisiin tarkemmin jatkosta.

RailSysissä on erilaisia testaus- ja demolisenssejä. Esimerkiksi kuukauden toiminnallisesti rajoittamaton yhden käyttäjän lisenssi maksaa 1550 €, mutta kuukauden demolisenssi ilman tallennusmahdollisuutta on ilmainen. NEMO-ohjelmiston lisenssi maksaa maailmanlaajuisella käyttöoikeudella 50000 €

Ylläpidon vuosikustannus / käyttäjä vaihtelee siten, että 1-5 käyttäjällä hinta on 8 000 € / käyttäjä - summa sisältää päivitykset versioon 4 saakka - ja yli 10 käyttäjällä 4 000 € / käyttäjä.

Järjestelmän tukipalvelut, kehitystyö ja räätälöintimahdollisuudet

Toimittajan ylläpitämä hotline-puhelinpalvelu maksaa 100 €/h. Tukipyyntöjen käsittelyprosessi yrityksessä on epäselvä, kuten myös rajanveto siitä, mitkä viat kuuluvat hotlineen ja mitkä ylläpitomaksuun kuuluvaan tukiprosessiin. RMConin tukipalveluissa on yksi täysipäiväinen ja yksi puolipäiväinen henkilö. Toimittaja vaikutti olevan optimistinen lähes kaikkien ilmenevien ongelmien ratkaisun suhteen.

Uusia ominaisuuksia toteutettaessa monen asiakkaan käytettävissä oleva toiminnallisuus ei maksa ylimääräistä, mutta sen toteuttaminen voi viedä oman aikansa. Vain Suomessa käytettävä toiminnallisuus maksaa erikseen, mutta sen saa nopeammin.

Järjestelmän ja järjestelmätoimittajan asema markkinoilla

Järjestelmän markkina-asema vaikuttaa vahvalta: järjestelmää käytetään rautatiesektorin lisäksi mm. tieteelliseen tutkimukseen sekä Euroopassa että Euroopan ulkopuolella. DB on kuitenkin yrityksen tärkein asiakas lähes 50%:n osuudella liikevaihdosta.

Järjestelmän hyviä puolia

Järjestelmää käytetään useissa eri maissa varsin monipuolisiin tarkoituksiin. Se on valittu erääksi Network Railin standardijärjestelmistä. Itävallasta saatujen tietojen ja esittelytilaisuuden perusteella RailSys ja sen lisäosa NEMO vaikuttavat soveltuvan hyvin ratakapasiteetin käytön analysointiin ja simulointiin.

Järjestelmässä on valmiina useita eri rajapintoja ja tulostusmahdollisuus moniin erilaisiin tiedostoformaatteihin. Tämä osuus on toteutettu tässä järjestelmässä moneen muuhun valmisohjelmistoon verrattuna erittäin hyvin.

Järjestelmä toimii nopeasti suurenkin rataverkon yhteydessä. Järjestelmä tarjoaa paljon sovellusmahdollisuuksia.

Järjestelmässä on paljon erilaisia näkymiä, joiden kokoa voi muuttaa varsin vapaasti.

Järjestelmän riskejä ja puutteita

Järjestelmässä ei ole toiminnallisuutta ratakapasiteetin jakamiseen tai yhteensovittamiseen eikä se tue operatiivisen tason kapasiteetin hallintaa. Lisäksi uuden junan aikatauluun lisäämistö toiminto oli protoasteella, vaikka se näyttikin toimivan hyvin.

Järjestelmä ei ole tietokantapohjainen, joten sen käyttö tiimityöskentelyssä vaatii iRFP:n FBS-järjestelmän tapaan lisätyötä ja erityistä huolellisuutta.

RMCon on yrityksenä varsin uusi ja vielä pieni toimija markkinoilla. Jos toimittajan kanssa neuvotellaan jatkossa, tulee ottaa selvää mm. toimittajan muista projekteista, resurssien määristä ja taloudellisesta tilasta..

Yhteenveto järjestelmästä

Järjestelmän vahvuuksia ja heikkouksia on käsitelty taulukossa 10.

Taulukko 10. RailSys-järjestelmän vahvuudet ja heikkoudet

Vahvuudet	Heikkoudet
<ul style="list-style-type: none"> • nopea • tiedon vienti järjestelmästä toteutettu hyvin • laaja-alainen asiakasprofiili • erittäin hyvät simulointi- ja analyysiominaisuudet • tukee railML-standardia 	<ul style="list-style-type: none"> • tiedostopohjainen, yhdessä työasemassa toimiva järjestelmä • ei toiminnallisuutta ratakapasiteetin jakamiseen ja yhteensovittamiseen • aikataulujen tulostaminen vasta kehitteillä • vaikeaselkoinen lisenssi- ja ylläpito hinnasto

RailSys-järjestelmä on FBS:n tapaan tiedostopohjainen ja nopea, mutta samat rajoitukset tiimityöskentelyn suhteen pätevät tämänkin järjestelmän yhteydessä. Kun etsitään tietojärjestelmää ratakapasiteetin jakamiseen ja yhteensovittamiseen, on pidettävä suurena puutteena, jos järjestelmässä ei ole tällaista toiminnallisuutta. Samoin aikataulujen tulostamisominaisuuden puuttuminen on aikataulusuunnitteluunkin käytettävälle ohjelmistolle varsin huono piirre.

Jos työssä etsittäisiin hyvää simulointiohjelmistoa, RailSys olisi vahva ehdokas. Näin ei kuitenkaan tällä kertaa ole.

5.5 Siemens: ROMAN

Siemens esitteli ROMAN (ROute MANagement System) -aikataulusuunnittelu- ja simulointijärjestelmäänsä RHK:ssa kesäkuun lopussa 2005. Järjestelmä pyrkii tarjoamaan sekä liikennöitsijöille että rataverkon haltijoille sopivan, modulaarisen tuotepaketin.

ROMAN on Siemensin Itävallan-tytäryhtiön kehittämä järjestelmä, jonka aiemmat sukupolvet ovat tuotenimiltään RUF ja CARAS. Järjestelmän kehitystyö on aloitettu 1980-luvun puolivälissä. Kehitystyöstä vastaa Siemensin Program and System Engineering (PSE) -yksikkö, joka tarjoaa ohjelmisto- ja laitteistoratkaisujen lisäksi ICT-palveluja. ROMANin parissa työskentelee 25-30 henkilöä.

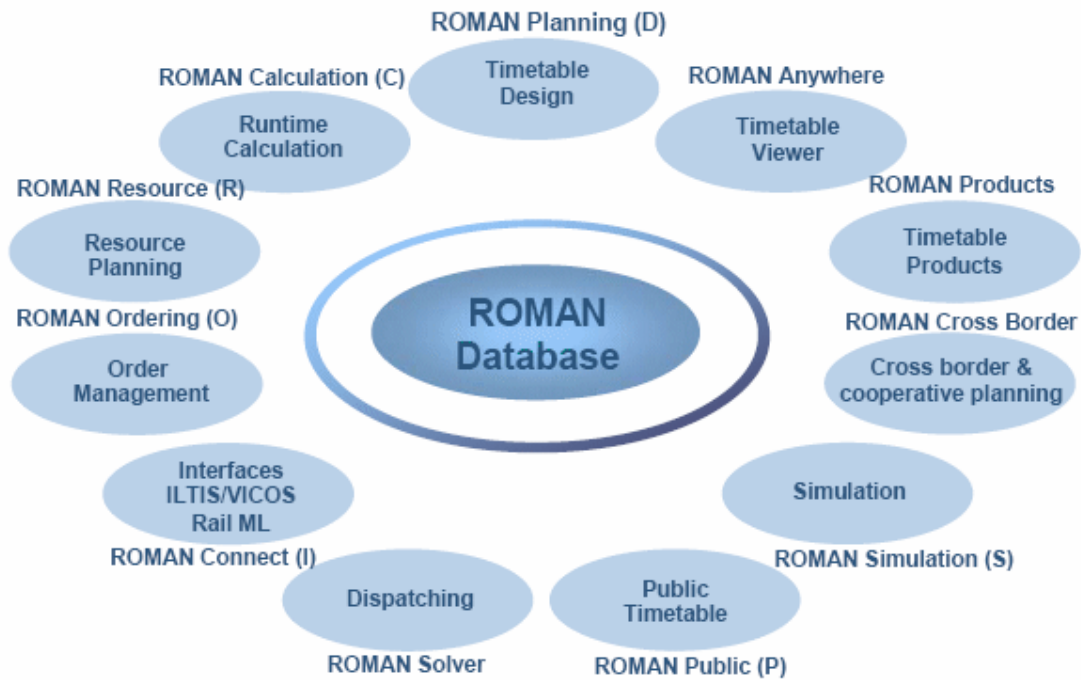
ROMAN on järjestelmän kotisivujen (Anon. 2005k) perusteella ”integroitunut, avoin, modulaarinen ja homogeeninen järjestelmä, joka perustuu uusimpiin teknisiin ratkaisuihin”. Järjestelmää markkinoidaan tietojärjestelmille tyypilliseen tapaan useilla hyödyillä: kustannus- ja aikasäästöjen lisäksi järjestelmän käyttö parantaisi tuottavuutta ja tehokkuutta sekä suunnitteluprosessin laatua ja joustavuutta.

Järjestelmän rakenne on modulaarinen siten, että ainoastaan Database-moduuli on pakollinen. Muut moduulit voidaan hankkia tarpeen mukaan.

ROMAN-järjestelmän tärkeimpiä käyttäjiä ovat rataverkon haltijat ja liikennöitsijät Belgiassa, Italiassa, Itävallassa, Kroatianssa, Luxemburgissa, Malesiassa ja Tanskassa. Järjestelmän joitakin moduuleja on käytössä myös useissa muissa maissa.

Järjestelmän tekninen rakenne ja arkkitehtuuri

Järjestelmän keskeinen moduuli on Database, johon muut moduulit liitetään. Järjestelmän rakenne esitetään kuvassa 14.



Kuva 14. Siemens/ROMAN:n moduulirakenne kesäkuussa 2005 (Anon. 2005l).

Moduuleista tärkeimpiä RHK:n ratakapasiteetin hallintajärjestelmän kannalta ovat pakollisen Databasen lisäksi Anywhere, Calculation, Ordering, Planning ja Solver. Näistä Anywhere on selainpohjainen työkalu aikataulutietokannan sisällön tarkasteluun. Calculation tarjoaa sekä staattisen että dynaamisen ajoajan laskennan. Ordering tukee ratakapasiteetin hakemisprosessia EU:n ensimmäisen rautatiepaketin kapasiteetti- ja ratamaksudirektiivin mukaisesti.

Planning-moduuli on järjestelmän keskeinen aikataulusuunnittelutyökalu, josta saadaan tulosteina mm. graafinen aikataulu, kuljettaja-aikataulu ja liikennepaikoilla käytetyt aikataulut (train lists). Solver täydentää Planning-moduulia tarjoamalla automaattisen tai manuaalisen konfliktien ratkaisun etenkin liikenteenohjauksen käyttöön.

Järjestelmän arkkitehtuuri on kaksitasoinen client/server paitsi Public-moduulissa, jossa voidaan käyttää myös kolmitasoista client/serveriä. Tietokantapalvelimissa käytetään yleisesti Oraclea. Järjestelmä mahdollistaa erilaisten laitteistojen ja palvelinkäyttöjärjestelmien käytön: esimerkiksi Linux-palvelimet eivät aiheuta ongelmia.

Connect-moduuli tarjoaa rajapintoja, joiden avulla infrastruktuuri- ja junatieto tuodaan ROMANIin tai viedään ROMANista. Järjestelmään voidaan tuoda ratatietoa joistakin liikenteenohjausjärjestelmistä ja toisen järjestelmän tietokannasta. Infratiedontuontirajapinta on muokattavissa tietosisällön mukaan. Toinen tuotava tietotyyppi on ajoajat, jos Calculation-moduulia ei voida tai haluta käyttää vaikkapa lainsäädännön takia. Anywhere-moduuli voi tuoda dataa myös muualta kuin ROMANin tietokannasta.

Järjestelmä tukee tietokantapohjaisena monen käyttäjän yhtäaikaista käyttöä sekä useita aikataulu- ja infrastruktuuriversioita. Keskustietokannasta jaetaan kullekin moduulille niiden tarvitsemat tiedot siten, että kukin moduuli pystyy toimimaan itsenäisesti. Myös offline-työskentely on mahdollista. Järjestelmä päivittää offline-työskentelyn yhteydessä muutetut aikataulutiedot automaattisesti järjestelmän keskuskantaan.

Käyttöoikeuksia voidaan määritellä mm. käyttäjäryhmien, yksittäisten käyttäjien tai rataosien mukaan. Tietokannan sisällöstä voidaan rakentaa kyselyjä joko Siemensin tai käyttäjien toimesta, jos heidän tietokantaosaamisensa riittää.

Ratakapasiteetin jakamis- ja yhteensovittamisominaisuudet

Järjestelmän Ordering -moduuli mahdollistaa ratakapasiteettihakemusten syöttämisen EU:n kapasiteetti- ja ratamaksudirektiivin 2001/14/EY vaatimusten mukaisesti. Moduuliin voidaan syöttää myös erilaisia ratamaksumalleja.

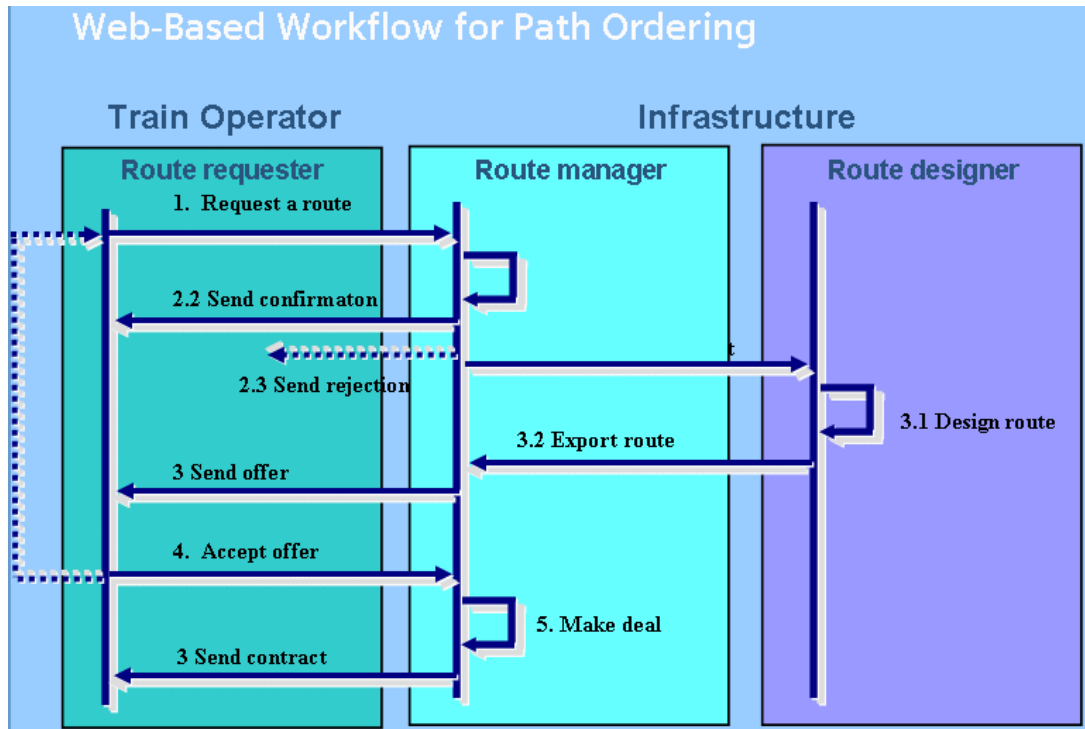
Ratakapasiteettihakemukset syötetään selainpohjaisessa käyttöliittymässä. Järjestelmän käyttäjä näkee hakemusten tilan ja hänelle ilmoitetaan tilan muutoksesta automaattisesti sähköpostilla. Ordering-moduulissa on myös käyttäjän tunnistus, jotta ainoastaan toimiluvan saaneet rautatieyritykset voivat syöttää hakemuksia. Moduulista on rajapinta ainakin ROMANin omaan Planning-moduuliin.

Ratakapasiteettihakemusten laatimista helpottaa Anywhere-moduuli, jonka avulla järjestelmän sallimat käyttäjät voivat tarkastella aikataulutietokannan sisältämiä tietoja selaimessa myös internetin yli erilaisten haku- ja suodatuskriteerien avulla.

Esittelijät näyttivät Ordering-moduulin käyttöskenaarioita, jotka eroavat toisistaan liikennöitsijän koon ja valvovan rautatieviranomaisen roolin perusteella:

1. Pienet RU:t käyttävät Ordering-moduulia ja IM:n suunnittelijoilla on Planning-moduuli. Rautatieviranomaisella olisi tässä skenaariossa passiivinen rooli ja se käyttäisi vain Anywhere-moduulia.
2. Keskisuuret RU:t käyttävät Ordering- ja Anywhere -moduuleja nähdäkseen jo ennen hakemusta, mitä aikataulutietokannassa on; muuten sama kuin edellä.
3. Hakemuksia jättävät suuremmat RU:t, joilla on Orderingin lisäksi oma Planning-moduuli. RU:t voivat käyttää samaa Database-moduulia kuin IM.
4. Muuten sama kuin edellä, mutta rautatieviranomainen suunnittelee myös, joten silläkin on oma Planning-moduuli ja ainakin näkymä tietokantaan.

Kuva 15 esittää Ordering-moduulin mukaista ratakapasiteetin hakuprosessia. Myös jotkut muut valmisohjelmistot tukevat ratakapasiteetin hakemisprosessia, joten kuva on esimerkinomainen.



Kuva 15. Ordering-moduulin ratakapasiteettihakemusprosessi (Anon. 2005l).

Ordering -moduulilla voidaan syöttää vain yhden junan tiedot kerrallaan. Monen junan syöttäminen on mahdollista jo tänä vuonna, koska asiasta on puhuttu monen asiakkaan kanssa. Sen sijaan usean junan tietojen tuonti toisesta järjestelmästä on hankalaa, koska RailML-standardi ei vielä tue tällaista prosessia. Jos osapuolet käyttäisivät Planning-moduulia, tiedonsiirto olisi helpompaa. Planning- ja Database-moduulien korkean hinnan vuoksi pienten liikennöitsijöiden ei kuitenkaan voida olettaa hankkivan niitä.

Ratakapasiteettihakemuksissa voidaan käyttää järjestelmän oletusarvoja esim. vetokaluston ja junapituuden suhteen, jolloin hakemusten laatiminen voi olla nopeaa. Kapasiteettihakemukset voivat olla kolmenlaisia: 1) hakemus hyvin vähäisillä tiedoilla, 2) oletusarvoilla tehty hakemus tai 3) yksityiskohtainen hakemus. Tietyllä järjestelmällä kuten Viriatolla laadittujen hakemusten tuominen järjestelmään lienee edellämainituista vaikeuksista ja RailML:n puutteista huolimatta hallittavissa.

Rataverkon mallintaminen ja simulointi

Tietokannassa voi olla useita ratatietoversioita. Infratietoon voidaan liittää aikaulottuvuus siten, että tietty rataominaisuus voidaan aktivoida tietyssä päivänä, jolloin junien ajoajat lasketaan uuden infran perusteella. Suunnittelija voi myös määrätä, että aikataulut pysyvät toistaiseksi samoina uudesta infrasta huolimatta.

Rataverkon kuvaustapa vaikuttaa varsin joustavalta ja se mahdollistaa monimutkaisenkin rataverkon kuvauksen. Infrastruktuuri voidaan kuvata järjestelmässä neljällä eri abstraktiotasolla. Rataverkon eri osissa voidaan käyttää erilaisia abstraktiotasoja.

Jos infratietoa siirrettäisiin muista järjestelmistä, on otettava huomioon eri järjestelmien infratiedon muoto ja tiedon standardointi ROMAN:in ymmärtämään muotoon. Tämä ei ole pelkästään ROMAN:iin liittyvä asia, mutta se tulee ottaa huomioon potentiaalisesti merkittävänä kustannuseränä.

Planning-moduulin tarvitseman infratiedon tarkkuustaso voi vaihdella sen mukaan, miten tarkkoja analyysijä järjestelmän käyttäjät tarvitsevat. Tässäkin järjestelmässä on tehtävä valinta analyysitarkkuuden ja infratiedon ylläpidettävyyden helppouden välillä. Myös Simulation-moduuliin on mahdollista tuoda infratietoa muista järjestelmistä.

Anywhere-moduuliin kuuluvan Net Modeler -osan avulla voidaan esittää rataverkko graafisesti ja muokata ratatietoa. Anywhere-moduuli osa hakea tietoa ROMAN:in tietokannasta. Moduuli voi lukea myös RailML-muotoista tietoa. Infratiedon muokkaamiseen kehitetään myös erillistä Topology Editor -työkalua, joka ei ole vielä valmis. Työkalun demoversio valmistuu tämän vuoden loppuun mennessä.

Siemens on mukana RailML-konsortiossa ja pyrkii laajentamaan standardin toiminnallisuutta sekä toiminnallaan konsortiossa että rakentamalla omia laajennuksia. Tällä hetkellä RailML-standardissa ovat Siemensin mielestä tärkeimmät osat kuten infratieto, aikataulun rakenne ja junatieto. ROMAN:in kehittäjät testaavat RailML-tiedonsiirtoa mm. ROMAN:in ja Viriatoon liittyvään OpenTrack-ratatieto- ja simulointiohjelmiston välillä.

Ratatöiden suunnittelu

Ratatyöt näkyvät graafisessa aikataulussa laatikkona, mutta järjestelmä ei ilmoita ratatöistä aiheutuvia konflikteja. Toiminnallisuutta ollaan toteuttamassa tulevaisuudessa, kuten myös automaattista uuden ajoajan laskentaa ja automaattista huomautusten generointia. Työrakojen syöttäminen on helppoa, koska käytettävissä on sama kalenterimoduuli kuin Planning-moduulin yhteydessä.

Järjestelmään voidaan syöttää tilapäisiä nopeusrajoituksia nopeusprofiilien avulla. Nopeusprofiilin yhteydessä määritellään uusi nopeusrajoitus sekä sen voimassaoloaika ja sijainti raiteen tarkkuudella. Aikataulussa voi olla erilaisia näkymiä, mutta sama infratieto on aina taustalla.

Aikataulusuunnitteluominaisuudet

Planning-moduuli on keskeisessä roolissa aikataulusuunnittelussa. Muut järjestelmän moduulit voivat käyttää Planning-moduulin tietoja, jotka voidaan käsittelyn jälkeen yleensä palauttaa takaisin Planning-moduuliin. Suunnittelutyö voidaan jakaa helposti alueittaiseksi ja samaa aikatauludataa voi käyttää useampi käyttäjä yhtäikaa. Moduulista saadaan ulos erilaisia raportteja sekä XML-muotoista tietoa.

Planning-moduulilla voidaan tulostaa graafinen aikataulu, kuljettaja-aikataulu ja liikennepaikkakohtainen aikataulu. Planning-moduulin aikataulu- ja kuljettaja-aikataulutulosteet vaikuttavat hyviltä. Tulosteeseen voidaan valita halutut junat suodattimien avulla. Tulostusformaatit ovat PostScript, PDF ja HPGL³³.

Järjestelmä tukee useita aikatauluversioita (variants). Yksi versioista on oletusversio (default/standard variant), jonka lisäksi voi olla yksi tai useampi työversio (study/working variant). Junia voidaan kopioida ja siirtää versioiden välillä, mutta eri aikatauluversioiden tulee käyttää samaa ratatietoa.

Moduulin kalenteri vaikuttaa helppokäyttöiseltä. Myös poikkeuspäivien syöttö on helppoa. Samannumeroisella junalla voi olla eri päivinä eri reitti. Kalenteritoiminto lienee osa järjestelmää, koska sitä pystyi käyttämään muidenkin moduulien yhteydessä.

Graafisessa aikataulussa ainoastaan koko junaa pystyi siirtämään hiirellä. Tällöin tietokannassa olevat aikataulutiedot muuttuvat samalla. Aikatauluviivalla voi olla useita eri tiloja. Junia voidaan myös lukita eli estää tiettyjen aikatauluviivojen siirto. Aikatauluviivaan voidaan lisätä kommenttikenttiä ja alaviitteitä. Junanumero ja liikennöintipäivät voidaan näyttää aikatauluviivan yhteydessä.

Suodatustoiminto tarjoaa useita valmiita kriteerejä tietyt kriteerit täyttävien junien hakemiseksi. Kriteerejä voivat olla esim. tietyt liikennöintipäivät, tietyt liikennöitsijät ja junaluokat. Junilla voi myös olla erilaisia prioriteetteja. Liikennöitsijät, asiakkaat ja vetokaluston tarjoajat voidaan valita pudotusvalikoista.

Järjestelmä tunnistaa ja esittää konfliktit listauksessa ja graafisesta aikataulusta. Se ei ilmoita konflikteista erikseen, vaan käyttäjän tulee huomata ne aikataulugrafiikasta tai listasta. Järjestelmä osaa myös etsiä vaihtoehtoisia reittejä, jos sitä käytetään Siemensin liikenteenohjausjärjestelmien kanssa. Moduuli tunnistaa konfliktit, mutta niiden ratkaisu

³³ PDF = Portable Document Format; HPGL = Hewlett-Packard Graphics Language. PostScript ja HPGL ovat sivunkuvauskieliä, jotka kertovat tulostimille, millaisista graafisista elementeistä sivu muodostuu, kun taas PDF on tiedostomuoto.

jää suunnittelijan tehtäväksi. Solver-moduulissa on myös automaattinen konfliktienratkaisu. Se, millaisia konflikteja järjestelmä nyt ja lähitulevaisuudessa tunnistaa, jäi osittain avoimeksi. Esityskalvojen ja esittelytilaisuuden keskustelun perusteella järjestelmä tunnistaa suojastusväleillä turvaväleihin ja mahdollisiin törmäystilanteisiin liittyvät konfliktit, kuten myös liikennepaikkojen pysähtymis- ja puskuriaikoihin liittyvät konfliktit.

Planning-moduulin uuden slotin etsimistoiminnallisuus on tarjolla tämän vuoden aikana. Muita kiinnostavia uusia toimintoja ovat mm. vapaan ja käytetyn kapasiteetin arviointi, joille ei annettu toteutusaikataulua.

Kuljettaja-aikatauluun voidaan tulostaa vain yksi juna tai koko aikataulukirja. ROMAN:ssa on seitsemän valmista kuljettaja-aikatauluformaattia, joten järjestelmätoimittajalla on kokemusta räätälöinnistä. Kuljettaja-aikataulun yhteydessä fonteja ja muita ulkoasutekijöitä pystyy vaihtamaan helposti taulukkonäkymässä.

Calculation-moduuli laskee ajoajat. Järjestelmän erikoisuutena muihin valmisohjelmistoihin nähden voidaan pitää mahdollisuutta laskea ajoaika kolmella eri tavalla. Ensimmäisessä tapauksessa ajoaika tiedetään kokemuksen perusteella ja se syötetään järjestelmään käsin. Järjestelmä voi myös laskea ajoajan junapohjalle (reference train) ja reittipohjalle (reference route), joita käytetään kaikkien samantyyppisten junien pohjana. Kolmas tapaus on varsinainen dynaaminen ajoajan laskenta, jossa lasketaan junapohjan, viitereitin sekä junatiedon perusteella tarkka ajoaika. Junapohjiin voidaan liittää pysähtymiskäyttäytyminen sekä nopeusprofiili.

Solver-moduuli tarjoaa liikenteenohjaukselle mahdollisuuden ratkaista konfliktit automaattisesti. Automaattinen konfliktinratkaisu tarkastelee tilannetta seuraavien kriteerien perusteella: 1) myöhästymisten minimointi, 2) taloudellisten menetysten kuten rangais-
tuskusmaksujen minimointi ja 3) vaihtoyhteyksien säilyttäminen. Liikenteenohjaaja voi hyväksyä tai hylätä moduulin esittämän ratkaisun.

Public-moduulin avulla voidaan laatia yleisöaikatauluja aikataulutietokannan sisällöstä. Moduulilla voidaan tulostaa mm. alueelliset, koko maan kattavat ja kansainväliset aikataulut sekä julisteiksi liikennepaikoille että painotuotteiksi PostScript- ja PDF-muodoissa. Kätevä lisäominaisuus on reittikarttojen ja graafisten erikoismerkkien - esimerkiksi järjestelmä voisi muuttaa %IC:n graafiseksi IC-merkiksi - helppo lisääminen aikataulutulosteisiin. Toinen Public-moduulin erityisominaisuus on, että moduulilla tehdyt aikataulut voidaan viedä eurooppalaisiin aikataulutietokantoihin - esimerkiksi EVA/Frankfurt ja UIC/MERITS -, joista voidaan Public-moduulin avulla myös tuoda aikataulutietoa kansallisen aikataulusuunnittelun käyttöön.

Liikennepaikkoihin liittyvät ominaisuudet

Liikennepaikkojen yhteydessä nähdään raiteiden käyttö sekä pysähtymis- ja puskuriajat. Junaa ei ainakaan toistaiseksi voida siirtää hiirellä liikennepaikan raiteelta toiselle, vaan raidemuutos on tehtävä taulukkonäkymässä.

Tietty liikennepaikka voidaan graafisessa aikataulussa siirtää vasempaan marginaaliin, jolloin siihen liittyvät junat näkyvät nuolina ja numeroina oikean ajan kohdalla.

Junien käsittelyyn ja liikennöintiin liittyvät ominaisuudet

Aikataulusuunnittelun yhteydessä mainittu suodatointiminto perustuu joukkoon hyödylliseltä vaikuttavia valmiita kriteerejä. Näitä ovat mm. liikennöintipäivät, liikennöitsijät tai junaluokat. Clipboard on junien ryhmittely- ja varastointityökalu, jossa oleville junille voidaan kohdistaa erilaisia toimenpiteitä.

Käyttöliittymä

Käyttöliittymä vaikuttaa esittelytilaisuuden perusteella modernilta ja Windows-maiselta, joten se on sinänsä helppo omaksua. Käytettävyyttä haittaa järjestelmän toimintojen suuri määrä, joiden ryhmittely helppokäyttöisiksi kokonaisuuksiksi on tässäkin tapauksessa osoittautunut haastavaksi. Esimerkiksi uuden junan syöttö ilman pohjatietoja vaikutti monimutkaiselta.

Graafisen aikataulun akselit voidaan kääntää. Myös junanumeroita voidaan siirtää ja kääntää graafisen aikataulun selventämiseksi. Infrastruktuurinäytön kirjasinlajit, viiva-tyypit ja muut ulkoasutekijät voidaan määritellä helposti. Käyttöliittymän ja avusteiden kääntäminen suomeksi on mahdollista yhteistyössä VRO:n ja RHK:n kanssa.

Lisenssityypit, osto- ja ylläpitokustannukset ja päivitysprosessi

Kullekin moduulille tarjotaan peruslisenssiä, joka sisältää 50 käyttäjää. Database-moduuli vaatii erillisen palvelinlisenssin, johon voidaan liittää tietyt käyttäjät, joiden käyttöoikeus säilyy mahdollisista yritysjärjestelyistä huolimatta. Belgiassa IM ja RU käyttävät samaa tietokantaa. Jokainen organisaatio voi myös hankkia oman Database-moduulin.

Planning-moduulin hinta-arvioksi esitettiin alle 300 000 €/ kpl. Planning-moduuli on ostohinnaltaan selvästi kallein: muut moduulit maksavat 25% sen hinnasta. Ylläpito- ja tukipalvelukustannukset ovat normaaliin tapaan tietty prosenttiosuus lisenssien ostohinnasta. Esittelijöiden arvio oli ”ehkä alle 15% ostohinnasta”. Koulutus ja muu ylläpitoso-

pimukseen kuulumaton työ tehdään erillistä korvausta vastaan. Uusista moduuleista ja niihin liittyvästä kehitystyöstä pitää neuvotella erikseen.

Täsmällisten osto- ja ylläpitokustannusten määrittely on asiakaskohtaista. Jos jotain toiminnallisuutta kehitetään yhteistyössä Siemensin kanssa, tämä vaikuttanee hintaa alentavasti. Lisenssi- ja ylläpitokustannuksia alentaa myös muiden Siemens-tuotteiden käyttö. Kaikesta tästä seuraa, että täsmällisiä lisenssi- ja ylläpitokustannuksia on mahdollon tietää ennen mahdollisia jatkoneuvotteluja.

Järjestelmän tukipalvelut, kehitystyö ja räätälöintimahdollisuudet

ROMAN:in ylläpitosopimus ei ole pakollinen, mutta sitä suositellaan vahvasti. Ylläpitoon kuuluvia palveluja ovat puhelintuki, lisätieto ROMAN:in kehitystyöstä, päivitykset sekä virhekorjaukset. Tukipalvelut voidaan järjestää joko Siemensin Suomen-tytäryhtiön yhteyteen tai käyttämällä Itävallan Competence Centeriä, jossa on tarjolla erilaisia ongelmanratkaisutyökaluja ja -palveluja. Liikenteenohjauksen kauko-ohjausjärjestelmistä saadun kokemuksen perusteella Siemensin Suomen-tytäryhtiön tuotetieto ei välttämättä riitä, joten tämä vaihtoehto lienee poissuljettu.

Siemens tarjoaa myös koko järjestelmän käytön ja ylläpidon ulkoistamista, mikä tarkoittaa sitä, että Siemens huolehtii järjestelmän ylläpidosta tietosisältöineen. Järjestelyllä on paljon hyviä ja huonoja puolia, joiden tarkempi käsittely on kuitenkin tämän työn rajauksen ulkopuolella.

Yleisellä tasolla järjestelmän kehitystyöhön tulee impulsseja monelta suunnalta. Nykyisten ja tulevien asiakkaiden vaatimukset vaikuttavat kehitystyöhön, kuten myös lainsäädäntö. Ohjelmistoalalle tyypilliseen tapaan asiakkaiden määrän kasvaessa myös järjestelmän toiminnallisuuteen, rajapintoihin ja käytettävyyteen liittyvien tekijöiden kehittäminen helpottuu. Tämän lisäksi Siemens pyrkii osallistumaan alan tutkimusprojekteihin.

Järjestelmän yleisesitteessä luvataan, että järjestelmä on helposti räätälöitävissä joko integroimalla uutta toiminnallisuutta perusmoduuleihin tai kehittämällä kokonaan uusia moduuleja erikoistarpeita varten. Planning- ja Calculation-moduulien osalta mainittiin, että järjestelmään on tulossa tarkempi vaunutieto ja viitejunan kuvaus. Infratiedon muokkaamiseen kehitetään erillistä ”Topology Editor” -työkalua, jonka demoversio on olemassa tämän vuoden loppuun mennessä.

Järjestelmän ja järjestelmätoimittajan asema markkinoilla

Järjestelmän markkina-asema Euroopassa on varsin vahva: järjestelmällä on useita sellaisia asiakkaita, jotka käyttävät useita järjestelmän moduuleja. Lisäksi UIC käyttää järjestelmän Public-moduulia.

Järjestelmätoimittajan osalta voidaan todeta Siemensin olevan todennäköisesti olemassa jatkossakin. Lisäksi järjestelmää kehittävä osasto on perustanut yksikköjä itäisen Keski-Euroopan maihin, joten kehitystyön kustannustaso pysynee kurissa.

Järjestelmän hyviä puolia

Ratakapasiteetin hakemiseen on oma moduulinsa. Moduulin kautta syötetyt tiedot ovat suoraan aikataulusuunnittelumoduulin käytettävissä. Ajoajat voidaan syöttää manuaalisesti tai laskea kahdella eri tavalla.

Järjestelmässä vaikuttaa olevan paljon valmista toiminnallisuutta. Modulaarisen rakenteen ansiosta järjestelmään on varsin helppo rakentaa uusia ominaisuuksia. Järjestelmä tukee tietokantapohjaisena usean käyttäjän yhtäikaista käyttöä.

Järjestelmään voidaan tuoda ja siitä viedä tietoa useissa eri muodoissa. Esimerkiksi aikataulutulosteiden laatiminen vaikuttaa helppokäyttöiseltä. Järjestelmästä on suora yhteys eurooppalaisiin aikataulutietokantoihin.

Järjestelmän riskejä ja puutteita

Järjestelmän kokonaiskustannuksia on tässä vaiheessa mahdoton arvioida: lisenssien ostohinta ja ylläpitokustannukset riippuvat mm. siitä, miten paljon muita Siemensin tuotteita käytetään RHK:ssa ja VRO:ssa.

Ratatöiden ja niihin liittyvien varausten syöttäminen ja merkintätapa järjestelmässä ovat epäselviä. Sama koskee liikennepaikkojen ominaisuuksia ja junien käsittelyä liikennepaikoilla.

Konfliktientunnistus vaikuttaa vielä keskeneräiseltä ja se voisi olla helppokäyttöisempi. Järjestelmän käytettävyyteen on muutenkin syytä kiinnittää huomiota.

Yhteenveto järjestelmästä

Järjestelmän vahvuuksia ja heikkouksia on käsitelty taulukossa 11.

Taulukko 11. ROMAN-järjestelmän vahvuudet ja heikkoudet

Vahvuudet	Heikkoudet
<ul style="list-style-type: none"> • tukee eurooppalaista IM- ja RU-työnjakoa • tukee tietokantapohjaisena hyvin tiimityötä • modulaarinen rakenne; paljon valmista toiminnallisuutta • sopiva asiakasprofiili • tukee railML-standardia 	<ul style="list-style-type: none"> • lisenssi- ja ylläpitokustannukset riippuvat monista tekijöistä ja ovat siten epäselviä • konfliktientunnistus ei välttämättä toimi riittävän hyvin

Ennen arviointikehikkojen soveltamista vaikuttaa siltä, että ROMAN voisi olla yksi kyseeseen tulevista järjestelmistä. Siinä on valmis moduuli ratakapasiteetin hakemiseen, jakamiseen ja yhteensovittamiseen ja se on tietokantapohjainen, joten se tukee joustavia työtapoja. Järjestelmässä on muutenkin varsin paljon sopivaa toiminnallisuutta ja sitä käytetään useissa rataverkon haltijaorganisaatioissa. Järjestelmän kehittäjät testaavat railML-standardin mukaista tiedonsiirtoa muiden järjestelmätoimittajien kanssa.

Järjestelmän keskeinen heikkous on lisenssi- ja ylläpitokustannusten epäselvä rakenne. Kustannukset riippuvat monista tekijöistä kuten siitä, miten paljon muita Siemensin tuotteita on käytössä, osallistutaanko uuden toiminnallisuuden kehittämiseen ja miten paljon ylläpitopalveluita ostetaan Siemensiltä. Aikataulusuunnittelun yhteydessä konfliktientunnistus vaikutti havaitsevan ainoastaan osan konflikteista.

Ranskan rataverkon haltijan RFF³⁴:n teettämässä, tätä työtä vastaavassa selvitystyössä on todettu ROMAN:n olevan yksi kolmesta hyväksihavaitusta ehdokasjärjestelmästä, mutta toiselta järjestelmätoimittajalta saadun tiedon mukaan järjestelmän asentaminen Pariisiin on osoittautunut vaikeaksi. RFF:n edustajat olisivat järjestelmätoimittajan mukaan joutuneet koekäyttämään järjestelmää Itävallassa.

³⁴ RFF = Réseau Ferré de France. Ranskan suurin liikennöitsijä taas on SNCF (Société Nationale des Chemins de Fer Français).

5.6 SMA & Partner: Viriato

SMA & Partner on sveitsiläinen yritys, joka tarjoaa Viriato-ohjelmiston lisäksi rautatie-alan konsultointia ja palveluja. Yrityksessä on noin kolmekymmentä työntekijää ja sillä on asiakkaita kaikissa saksankielisen Euroopan maissa sekä Ranskassa, Espanjassa, Portugalissa ja Suomessa. Yritys osallistuu aktiivisesti railML-standardin kehittämiseen.

Viriato on tuotantokäytössä VR Osakeyhtiössä ja Oy VR-Rata Ab:ssa. Lisäksi RHK:lla on yksi lisenssi. Järjestelmään tutustuttiin tarkemmin Zürichissä järjestetyssä käyttäjä-konferenssissa toukokuun lopulla.

Viriato on suunnittelutyökalu, joka yhdistää rataverkon graafisen esityksen, graafisen aikataulun ja taulukkoaikataulun. Se tarjoaa näkymän koko rataverkkoon ja mahdollistaa verkonlaajuisen aikataulusuunnittelun. Viriato tarjoaa esittelykalvojensa perusteella erilaista toiminnallisuutta sekä liikennöitsijöille että rataverkon omistajille.

SMA & Partnerin OpenTrack on simulointityökalu, jossa rataverkko on mallinnettu tarkemmin kuin Viriatossa. Tuote liittyy läheisesti Viriatoon.

Järjestelmän tekninen rakenne ja arkkitehtuuri

Viriato on moduulirakenteinen järjestelmä, jota voidaan käyttää yhden tai monen käyttäjän järjestelmänä riippuen siitä, millaiseen tietokantaratkaisuun järjestelmä perustuu. Järjestelmän keskeinen moduuli on Viriato, jolla tehdään aikataulusuunnittelua ja tulostetaan aikataulut. Erikseen ostettavat moduulit tarjoavat dynaamisen ajoajan laskennan, konfliktientunnistuksen, liikennepaikkojen raiteiden käyttöanalyysin, kalustokierron hallinnan, kuljettaja-aikataulun tulostuksen sekä kalenterin. OpenTrack on erillinen ohjelmistotuote, joka tarjoaa Viriaton yhteyteen rataverkon ja rautatieliikenteen mallintamis- ja simulointitoiminnallisuutta.

Järjestelmää voidaan käyttää MS Access-, Oracle- ja SQL Server -tietokantaympäristöissä, joten se voi olla yhden tai monen käyttäjän järjestelmä. Viriaton Access-tietokannassa on kaikki juna- ja infrastruktuuridata sekä tiettyjä lisätietoja. Access-kanta mahdollistaa useita aikatauluversioita. Tämän lisäksi Access-kantaan voidaan tuoda johonkin toiseen järjestelmään syötettyä juna- ja ratatietoa. Access-kannasta voidaan myös viedä tietoa muihin järjestelmiin kuten kalusto- ja henkilöstökierron suunnitteluun sekä kuljettaja- ja yleisöaikataulun tulostukseen. VRO:n kokemusten mukaan Viriato toimii nopeasti työasematyypisessä ympäristössä.

Oracle-tietokannan käyttömahdollisuus Viriaton yhteydessä on varsin uusi. Oracle-ratkaisu tarjoaa paremman suorituskyvyn ja tietoturvan etenkin monen käyttäjän ympäristössä. Oracle-kannan yhteydessä on neljä erilaista käyttöäoikeusluokkaa. Aikataulutietoon voidaan antaa myös sovelluskohtaisia pääsyoikeuksia. SQL Server -kantaan perustuva Viriato on myös mahdollinen. Viriatoa päivitettäessä on huomattava, etteivät eri tietokanta- ja ohjelmistoversiot toimi ristiin, joten ohjelmistopäivityksen yhteydessä myös tietokanta tulee päivittää. Sveitsissä käytetäänkin Viriaton yhteydessä samoja ohjelmisto- ja tietokantaversioita SBB:n³⁵ eri yksiköissä.

Viriaton useat asiakkaat ovat hankkineet pieniä räätälöintejä omaan Viriato-versioonsa. Isoihin räätälöinteihin kuuluu Portugalissa tehty suora rajapinta Viriaton ja liikenteenohjauksen järjestelmien välille. Viriatoa voidaan siten käyttää varsin monella tavalla ja sovellukset ovat usein asiakaskohtaisia, mikä tosin asettaa omat haasteensa järjestelmän ylläpidolle.

Ratakapasiteetin jakamis- ja yhteensovittamisominaisuudet

Viriaton perusversiossa tai lisämoduuleissa ei havaittu olevan ratakapasiteetin hakemiseen liittyvää toiminnallisuutta. Portugalissa on räätälöity erillinen moduuli, joka ottaa vastaan ratakapasiteettihakemuksia eri liikennöitsijöiltä ja muuntaa hakemusten sisällön Viriaton tietokantarakenteeseen sopivaksi.

Rataverkon mallintaminen ja simulointi

Viriatossa on rataverkon graafinen kuvaus (netgraph), jonka avulla voidaan esittää rataverkko sekä junat ja niiden yhteydet verkon solmukohdissa. Viriatoon on saatavilla erillinen lisämoduuli, joka tarjoaa korkeamman abstraktiotason graafisen esityksen verkosta. Kyseistä Line Map-moduulia voidaan käyttää mm. palvelukonseptien suunnittelussa ja vertailussa sekä yleisöaikataulujen kuvituksessa.

Rataverkon tarkempaa simulointia ja analysointia varten on erillinen OpenTrack-ohjelmisto, joka vaatii oman lisenssinsä. OpenTrack tarjoaa prosessimallinnuksen lisäksi junien liikkeen, opastinjärjestelmän ja erilaisten häiriötilanteiden mallinnuksen. OpenTrackilla voidaan myös simuloida tulevaa infrastruktuuria, liikennepaikkojen kapasiteettia tulevaisuudessa sekä uuden vetokaluston ja erilaisten opastinjärjestelmien vaikutuksia liikenteeseen. OpenTrackin tulosteina saadaan graafisia aikatauluja sekä erilaisia kaavioita ja tilastotietoja. Simulaatio voidaan esittää myös animaationa. OpenTrackia on käytetty Helsingin ratapihan simulointiin vuonna 2002.

³⁵ SBB = Schweizerische Bundesbahnen; ranskan- ja italiankieliset lyhenteet ovat vastaavasti CFF ja FFS. SBB jakautuu kolmeen osaan, jotka ovat SBB Infrastructure (IM), SBB Passenger (RU) ja SBB Cargo (RU).

Sveitsin-käyttäjäkonferenssissa esitellyn railML-tiedonsiirron yhteydessä havaittiin, ettei infratiedon siirtäminen Viriatosta OpenTrackiin ja takaisin toimi täydellisesti. Tämä johtuu OpenTrackin Viriatoa tarkemmasta ratatiedon kuvauksesta. Viriatoa ja OpenTrackia yhtäikaa käytettäessä on siis tehtävä päätös siitä, kummassa ohjelmistossa ratatieto on.

Ratatöiden suunnittelu

Viriaton yleisesti saatavilla olevissa moduuleissa ei ole ratatöihin ja ratatyövarauksiin liittyvää toiminnallisuutta. Portugalissa räätälöidyssä ratkaisussa ratatyövaraukset näkyvät graafisessa aikataulussa. Aikatauluviivojen piirtämisen jälkeen ratatyön vaikutukset tulostuvat automaattisesti kyseisten junien aikataulutulosteeseen.

Aikataulusuunnitteluominaisuudet

Viriatosta saadaan graafisen aikataulun lisäksi yleisö- ja kuljettaja-aikataulut. Viriatoa käytetään SBB:llä³⁶ strategisen suunnittelun lisäksi mm. koko aikataulukauden pituiseen aikataulusuunnitteluun sekä yksittäisten aikatauluslottien etsimiseen aikataulusta. Portugalin-kokemusten perusteella muutos infrastruktuuritiedossa muuttaisi heti myös aikatauluja. Portugalissa ongelma on ratkaistu räätälöimällä.

Viriaton perusosassa junien kulkupäivät voidaan määritellä ainoastaan tietyillä tavoilla. Erikseen ostettava kalenterimoduuli mahdollistaa tarkan kulkupäivien määrittelyn aikataulukauden sisällä. Esimerkkejä kalenterimoduulin avulla määriteltävistä kulkupäivistä ovat arkipyhät, koulujen loma-ajat, yksittäiset lisäpäivät ja päivät, joilloin tiettyjä junia ei liikennöidä.

Aikatauluviivan siirtämistä hiirellä ei vielä ole toteutettu Viriatoon. Toiminnallisuutta kehitetään tällä hetkellä.

Konfliktientunnistukseen Viriato käyttää CAPRES-ohjelmiston algoritmeja, jotka on otettu käyttöön kesän aikana valmistuneessa Conflict detection -lisämoduulissa. Aluksi tyhjään aikatauluun lisätään ne junat, joiden liikennöinnistä on jo sovittu. Tämän jälkeen aikatauluun lisätään junia ennaltaaditun listan mukaisesti. Vaikkapa turvavälit voidaan määritellä erikseen eri rataosille, eri suunnille ja eri junatyypeille. Konfliktientunnistusmoduulin rakentama aikataulu ei välttämättä ole optimaalinen, mutta se on usein riittävän hyvä.

³⁶ SBB = Schweizerische Bundesbahnen; ranskan- ja italiankieliset lyhenteet ovat CFF ja FFS. SBB jakautuu kolmeen osaan, jotka ovat SBB Infrastructure (IM), SBB Passenger (RU) ja SBB Cargo (RU).

Noin vuoden kuluttua on saatavilla ”Elaboration and Saturation” -moduuli, jonka avulla aikataulusta voidaan etsiä vapaita slotteja. Moduuli analysoi koko rataverkon junaliikenteen ja täyttää aikataulun vapaat slotit CAPRES-algoritmeihin sekä infrastruktuurin ja vetokaluston asettamiin reunaehtoihin perustuen.

Lisämoduuli ”Running Time Calculator” tarjoaa dynaamisen ajoajan laskennan. Moduulissa on useiden eurooppalaisten veturien tiedot vetovoimakäyrineen ja mahdollisuus määritellä useita nopeusprofiileja - esim. tavallinen vai kallistuvakorinen - samalle infrastruktuurille. Vetokalustotietoja voidaan lisätä tarvittaessa. Moduuliin voidaan määritellä myös pituuskaltevuudet, kaarresäteet sekä liikennepaikkojen tulo- ja lähtönopeudet. Lasketut ajoajat voidaan siirtää aikatauluun.

Trip Time Analysis (TTA) -moduulia käytetään aikataulun laadun parantamiseen. Moduulista saadaan mm. rataverkon ongelmapaikat, erilaiset yhteysvaihtoehdot, keskeisiä tunnuslukuja sekä arvioita aikatauluskenaarioista. Yhteyksien laatua voidaan arvioida tunnuslukuna vaikkapa antamalla vaihdoista lisäpisteitä, jolloin pienimmän pistemäärän saava yhteys on paras. Tuloksia voidaan suodattaa ja lajitella monipuolisesti. TTA:n uusissa versioissa voidaan korostaa tietty junatyyppejä ja antaa yhteyksille painokertoimia esimerkiksi matkustajamäärien mukaan.

Liikennepaikkoihin liittyvät ominaisuudet

Viriaton Platform Occupation -moduulilla voidaan seurata liikennepaikkojen raiteiden käyttöastetta. Moduuliin voidaan syöttää raide- ja laituripituudet, eri junien pysähtymisajat ja raiteen varaamisesta sen vapautumiseen kuluva aika. Junia voidaan siirtää raiteelta toiselle hiirellä. Moduulissa on myös liikennepaikoilla esiintyvien konfliktien automaattinen tunnistus. Moduuli tunnistaa mm. virheellisen raiteiden käytön, mahdottomat kulkutiet ja liikennepaikalta lähdetessä tai sinne saavuttaessa havaitut konfliktit. Nämä ominaisuudet sisältyvät jatkossa Conflict detection -moduuliin, jolloin kaikki konfliktit nähdään yhdestä paikasta.

Junien käsittelyyn ja liikennöintiin liittyvät ominaisuudet

Viriatossa on Rolling Stock Rostering -moduuli, jonka avulla voidaan suunnitella kalustokiertoa. Moduulin toiminnallisuudesta voidaan nostaa esiin operatiiviseen toimintaan liittyvät tiedot kuten kääntöajat solmuissa, huoltotehtävien jakaminen eri solmuille, tyhjänä ajot, erilaiset kustannuslaskelmat ja -funktiot, muokkain, joka osaa mm. etsiä seuraavan sopivan ajotehtävän sekä erilaiset tarkistukset. Moduulissa on myös tilastollisia työkaluja.

Käyttöliittymä

Järjestelmää käytetään Windows-käyttöliittymässä. VRO:n käyttämä Viriato perustuu Access-tietokantaan, joten Oracle-pohjaisesta Viriatosta ei ole kokemuksia. Suomessa Viriatoa pidetään varsin helppokäyttöisenä ja nopeana ohjelmistona ainakin pienten tietomäärien yhteydessä.

Aikatauluviivaa ei vielä pysty siirtämään hiirellä, vaan muutokset tehdään taulukkonäkymässä. Toiminnallisuus on kehitteillä tällä hetkellä. Viriato on tällä hetkellä tarjolla seuraavina kieliversioina: englanti, saksa, ranska, italia ja portugali. Suomenkielisen version kääntämisessä tarvittaneen henkilökuntaa VR-Yhtymästä ja RHK:sta.

Lisenssityypit, osto- ja ylläpitokustannukset ja päivitysprosessi

Vuoden 2003 hinnaston perusteella Viriaton perusmoduuli maksaa 16000 €/kpl. Saman organisaation hankkimasta toisesta lisenssistä saa alennusta 25%, kolmannesta 40% ja neljännestä lisenssistä eteenpäin alennus on 50%.

Ylläpitokustannukset ovat VRR:n hinnaston mukaan 15% lisenssihinnasta. VRO:n maksama ylläpitokustannus per lisenssi on 1000 €/vuosi, kun taas VRR maksaa 2000 €/vuosi. Ero ylläpitokustannuksissa voi johtua alkuperäisten lisenssihintojen eroista. Lisenssien ostohinta ja ylläpitokustannukset ovat keskustelujen perusteella nousseet viime vuosina, mutta esitetyt hinnat vaikuttavat silti kohtuullisilta.

Lisämoduulien hinnat ovat vuoden 2003 hinnaston perusteella 1500 € - 5000 €/kpl, joten keskiarvon mukaan laskemalla peruslisenssi ja 5 lisämoduulia -paketin hinnaksi saadaan $16000 \text{ €} + 5 * (1500 + 5000) / 2 = 32250 \text{ €}$ ylläpitokustannuksen ollessa 5000 €/vuosi / paketti. Tällaisessa arvioinnissa on paljon epävarmuustekijöitä, joten täsmälliset summat ja muut käyttöönoton kustannukset on syytä varmistaa mahdollisissa jatkoneuvotteluissa järjestelmätoimittajan kanssa.

Järjestelmän tukipalvelut, kehitystyö ja räätälöintimahdollisuudet

Ohjelmiston käyttäjä voi valita, ostaako hän pelkän lisenssin vai myös ylläpidon. Yleinen ja suositeltava tapa ohjelmistoalalla on kuitenkin ostaa myös ylläpito, jolloin saadaan käyttöön tukipalvelu ja uudet versiot. Järjestelmätoimittajan nimeämä henkilö tarjoaa ensisijaisesti tukipalvelua ja käynnistää tarvittavan prosessin järjestelmätoimittajan luona. Tuki on saatavissa englanniksi tai saksaksi puhelimitse tai sähköpostitse. VR-Yhtymän tukipyynnöt lähetetään keskitetysti yhden henkilön kautta.

Järjestelmän asiakkaiden kokemukset tukipalvelujen tasosta, saatavuudesta ja nopeudesta ovat pääosin myönteisiä. Esimerkiksi kesän aikana VRO:ssa ohjelmiston päivityksen yhteydessä ilmenneen tietokantaongelman syy saatiin selvitettyä ja ratkaistua tilapäisesti parempaa ratkaisua odotellessa.

Järjestelmän ja järjestelmätoimittajan asema markkinoilla

Järjestelmällä on varsin paljon eurooppalaisia asiakkaita ja - kuten Sveitsin ja Portugalin ratkaisusta nähdään - sen pohjalta on rakennettu useita erilaisia ratkaisuja, joten järjestelmä vaikuttaa hyvältä sekä asiakasmäärän että joustavuuden perusteella. Kuten muillakin sellaisilla ohjelmistoilla, joilla on paljon asiakkaita, myös tällä kertaa uudella asiakkaalla on käytettävissään ohjelmistotoimittajan muissa Euroopan maissa keräämät kokemukset ja aiemmin tehty kehitystyö. Järjestelmä onkin asiakasmääränsä ja -profiilinsa perusteella eräs parhaista vaihtoehtoista.

Järjestelmän hyviä puolia

Järjestelmällä on paljon asiakkaita. Lisäksi järjestelmä tuntuu asiakasprofiilin perusteella vastaavan varsin hyvin erikokoisten organisaatioiden tarpeisiin. Järjestelmä on valittu koko SBB:n henkilö- ja tavaraliikenteen suunnittelussa käytettäväksi järjestelmäksi. Myös DB käyttää järjestelmää tiettyihin tarkoituksiin.

VRO:n ja VRR:n kokemusten perusteella Viriato-organisaatio toteuttaa asiakkaiden toiveita varsin nopeasti. Suuria ongelmia järjestelmän tukipalveluissa ei vuosien varrella ole havaittu. Järjestelmätoimittajaa on käytetty myös Helsingin matkustajaratapihan simulointiin hyvin kokemuksiin.

Vaikka konfliktien etsimiseen liittyvää toiminnallisuutta ollaan vasta liittämässä osaksi Viriatoa, käytetyt CAPRES-algoritmit ovat kuitenkin jo muutaman vuoden ikäisiä.

Järjestelmän riskejä ja puutteita

Ratakapasiteetin hakemiseen liittyvät sovellukset on Portugalissa tehty erikseen räätälöimällä, koska järjestelmässä ei ole tähän valmista toiminnallisuutta. Portugalissa on räätälöity myös ratatyövarauksien näkyminen graafisessa aikataulussa sekä päivittäiset muutokset, mutta järjestelmään ei silti saada samaa päivää koskevia muutoksia. Aikatauluviivaa ei voida siirtää hiirellä, mutta toiminnallisuus on kehitteillä tällä hetkellä.

Konfliktien hallintaan liittyvä toiminnallisuus on vasta valmistumassa; tosin käytetyt algoritmit ovat CAPRES-pohjaisina jo muutaman vuoden ikäisiä. Koko rataverkon analysointiin ja konfliktien etsimiseen sekä vapaiden slottien etsimiseen liittyvä Elabo-

ration and Saturation -moduuli vaikuttaa lupaavalta, mutta se valmistuu vasta noin vuoden kuluttua.

Jos ohjelmisto päätetään valita, on varmistettava, että eri toimijoilla on käytössä sama Viriato-versio ja päivitykset tehdään samaan aikaan. Toimitaan siis samoin kuin SBB:ssä, jossa kaikilla toimijoilla on käytössään myös sama ratatieto. On selvittettävä, tukeeko Viriato useita infrastruktuuriversioita vai rajoittuuko infrastruktuurin simulointi OpenTrack-ohjelmistoon.

Yhteenveto järjestelmästä

Järjestelmän vahvuuksia ja heikkouksia on käsitelty taulukossa 12.

Taulukko 12. Viriato-järjestelmän vahvuudet ja heikkoudet.

Vahvuudet	Heikkoudet
<ul style="list-style-type: none"> • paljon eurooppalaisia asiakkaita • helppokäyttöinen, pienillä tietomäärillä myös nopea • asiakkaat tyytyväisiä järjestelmätöimittajaan • säännöllisin väliajoin järjestettävä käyttäjäkonferenssi • konfliktientunnistukseen oma moduuli • tukee railML-standardia 	<ul style="list-style-type: none"> • ratakapasiteettiprosessiin liittyvät ominaisuudet räätälöitävä • konfliktientunnistus erillisenä moduulina • modulaarisuuden edut epäselvempiä kuin muissa tietokantapohjaisissa järjestelmissä • tietokanta- ja ohjelmistoversioiden oltava samat; päivitys voi olla työlästä • graafisen käyttöliittymän puutteet; esim. aikatauluviivan siirto • ei vastaa operatiivisiin tarpeisiin

Viriatolla on paljon eurooppalaisia käyttäjiä, jotka vaikuttavat tyytyväisiltä järjestelmätöimittajan tarjoamiin tukipalveluihin. Toukokuussa järjestetty käyttäjäkonferenssi tarjosi hyvän tilaisuuden keskustella järjestelmän käyttäjien ja järjestelmätöimittajan henkilöstön kanssa. Konferenssista jäi positiivinen mielikuva. Järjestelmätöimittaja on myös aktiivinen railML-standardin kehitystyössä.

Järjestelmän keskeinen kääntöpuoli on ratakapasiteetin jakamiseen ja yhteensovittamiseen liittyvän toiminnallisuuden puute. Viriato on modulaarinen järjestelmä, mutta se ei kuitenkaan täysin toteuta modulaarisuuteen usein liitettäviä lupauksia kuten toiminnallisuuden helppoa laajentamista ja skaalautuvuutta. Toiminnallisuus vaikuttaa helposti laajennettavalta, mutta suorituskyvyn skaalautuvuus ei ole Oracle-ratkaisun uutuuden takia selvää. ROMAN:n yhteydessä mainitussa RFF:n teettämässä, tätä työtä

vastaavassa selvitystyössä on todettu Viriaton olevan toinen varteenotettava järjestelmäehdoka, mutta keskusteluissa on epäilty Viriaton suorituskyyä suuren rataverkon ja suuren junamäärän yhteydessä.

VRO:ssa oli kesällä 2005 ongelmia Viriaton vanhemman tietokantaversiön ollessa yhteensopimaton uusimman ohjelmistoversiön kanssa. Järjestelmätoimittaja keksi lopulta ongelmaan tilapäisratkaisun, mutta erillinen päivitys- ja testausympäristö voisi olla hyvästä, jos järjestelmä päätetään valita. Järjestelmä ei tue samaan päivään kohdistuvia operatiivisen tason muutoksia eikä aikatauluviivaa voida vielä siirtää hiirellä.

Ennen arviointikehikkojen soveltamista Viriato vaikuttaa suuren asiakasmääränsä, toiminnallisen joustavuuden ja järjestelmätoimittajan tarjoaman hyvän palvelutason puolesta varsin hyvältä järjestelmältä. Viriaton keskeisiä heikkouksia ovat ratakapasiteetin jakamis- ja yhteensovittamisominaisuuksien puute ja useiden keskeisten ominaisuuksien räätälöintitarve sekä puutteet järjestelmän arkkitehtuurissa.

5.7 Vossloh: TrainPlan

Viimeinen tarkasteltavista järjestelmistä on Vosslohin Information Technologies-yksikön TrainPlan. TrainPlan on alun perin Comreco Railin kehittämä kymmenisen vuotta vanha ohjelmisto, joka siirtyi Vosslohille yritysoston myötä. TrainPlan on kehitetty tukemaan silloisia työkaluja paremmin Britannian uutta työnjakoa rataverkon haltijaan ja liikennöitsijöihin. Järjestelmää esiteltiin RHK:ssa ensimmäisen kerran maaliskuun alussa ja toisen kerran syyskuun lopulla 2005.

Koko Vosslohin liikevaihto on vähän yli 900 M€ ja henkilöstöä on nelisentuhatta. Yritys on liikevaihdolla mitattuna toimialansa kahdeksas, mutta sillä on vahva halu kasvaa mm. yritysostoilla. Kasvua tukee pyrkimys tarjota sekä ohjelmisto- että laitteistotuotteita rautatiesektorin eri osa-alueilla. Itse TrainPlan -ohjelmistoa ja sen lisämoduuleja kehitetään Yorkissa 40 hengen voimin. Tukipalvelujen tuottamisessa ohjelmistokehittäjien apuna on 15 konsulttia.

Ensimmäinen TrainPlanin ulkomainen asiakas oli Norjan NSB, joka valitsi Comreco Railin kehittämään Siemensin järjestelmää. Saksankielisen Euroopan lisäksi järjestelmä on käytössä mm. Britanniassa, itäisessä Keski-Euroopassa sekä Ruotsissa ja Norjassa.

Järjestelmän tekninen rakenne ja arkkitehtuuri

Järjestelmän arkkitehtuuri on kolmitasoinen client/server. Tietokantapalvelimena on Oracle, jossa saa olla mikä tahansa käyttöjärjestelmä, mutta välitason palvelimella ja työasemissa pitää olla Windows. Järjestelmä on ohjelmoitu Visual Basic ja C++ -kielillä. Joissakin asiakassovelluksissa on käytetty myös Javaa, josta kuitenkin ollaan luopumassa. Oracle-tietokanta on kaikille moduuleille yhteinen, kuten myös järjestelmän ydinosa (core program), jonka tehtävänä on käynnistää asiakaskohtaisia ohjelmistoja ja toimintoja.

Microsoft SQL Serveriä ei käytetä tietokantapalvelimella, koska TrainPlan käyttää Oraclen omia laajennusosia. Oraclen tulevaisuus TrainPlanissa on kuitenkin hämärän peitossa, koska Vossloh on siirtymässä kertyneen Visual Basic- ja C++ -osaamisen myötä Microsoftin .NET-arkkitehtuuriin. Vossloh ei ole mukana railML-standardin kehitystyössä, mutta Ruotsista tulleiden asiakastoivomusten vuoksi järjestelmätoimittaja on kuitenkin kehittämässä järjestelmään XML-rajapintoja.

Järjestelmän keskeinen osa on TrainPlan, jolla suunnitellaan ja julkaistaan julkiset ja sisäiset aikataulut pitkällä ja lyhyellä aikavälillä sekä havaitaan ja ratkaistaan konfliktit. AccessPlan-moduuli mahdollistaa sähköisen kapasiteettihakemusprosessin IM:n ja pienehkön liikennöitsijän ja toisaalta IM:n ja ratatyöurakoitsijan välillä.

RailPlan-moduulilla suunnitellaan operatiivista toimintaa sekä arvioidaan infrastruktuuria ja aikatauluja. ResourcePlan-moduulia käytetään liikennöitsijän kalustokieron ja henkilöstösjoitusten suunnitteluun. PowerPlan -moduulin toiminnallisuus liittyy polttoaineen ja sähkön käytön hallintaan ja simulointiin. TTRA (Time-Table Robustness Analyzer)-moduulin avulla voidaan tutkia laaditun aikataulun laatua mm. toipumiskyvyn suhteen. ResourceManager-moduulia voidaan käyttää veto- ja vaunukaluston ja muiden resurssien operatiiviseen suunnitteluun. Network Resolver-moduulia taas voidaan käyttää rataverkon herkkyyssanalyysiin. TrainPlan- ja RailPlan -moduuleja voidaan käyttää myös itsenäisesti, mutta muut moduulit vaativat käytännössä TrainPlanin käyttöä.

TrainPlan käyttää neljää erilaista tietokantaa, jotka ovat ratatieto, aikataulutieto, resurssit sekä muut tiedot kuten aikataulujen ulkoasumäärittelyt. Näistä kaksi viimeistä voivat olla kunkin liikennöitsijän omia. Ohjelmisto pystyy ottamaan vastaan tekstidataa lähes mistä hyvänsä tietokannasta siten, että Vossloh tutkii datan ja rakentaa sopivan muunnostyökalun tietojen siirtämiseksi TrainPlaniin. TrainPlan käyttää aina kättelyä TrainPlanin ja muiden järjestelmien välillä varmistamaan, että data on siirretty järjestelmästä toiseen virheettömästi.

Järjestelmän arkkitehtuuri vaikuttaa tilkkutäkkimäiseltä sekoitukselta Oracle- ja Microsoft-ympäristöjä, joten järjestelmän ylläpito voi jatkossa olla haastavaa. Haastavuutta lisää se, että kaikilla asiakkailla on asiakaskohtaisten räätälöintien myötä erilainen versio järjestelmästä.

Ratakapasiteetin jakamis- ja yhteensovittamisominaisuudet

TrainPlan on aikanaan suunniteltu helpottamaan IM:n ja liikennöitsijöiden välisiä työprosesseja. Syyskuisen esityksen perusteella IM:n ja suuren liikennöitsijän (dominant operator) välisessä tiedonsiirrossa on parempi, jos molemmilla osapuolilla on TrainPlan. Tällöin päästään suoraan tiedonsiirtoon myös ratakapasiteettihakemusten osalta.

Ruotsissa käytettävä, noin vuoden ikäinen AccessPlan-moduuli taas soveltuu parhaiten IM:n ja pienen liikennöitsijän väliseen viestintään. Ratakapasiteettihakemuksella voi olla erilainen tila riippuen siitä, missä vaiheessa suunnitteluprosessia se on ja tilan muutoksesta voidaan lähettää viesti liikennöitsijälle. AccessPlan muuntaa liikennöitsijän käyttämän tietorakenteen TrainPlanin ymmärtämään muotoon, jolloin sekä IM:n että suuren RU:n käyttäessä TrainPlanin AccessPlanin käyttö on paitsi turhaa, myös hidasta tiedon kaksinkertaisen muuntamisen vuoksi.

Rataverkon mallintaminen ja simulointi

TrainPlaniin mallinnetun rataverkon etäisyydet ja rataverkon muoto vastaavat graafisessa esityksessä oikeaa rataverkkoa. Rataverkolle voidaan määritellä parametrejä, joita ovat mm. puskurajat, tietyntyypisten junien ajoajat tietyillä rataosilla sekä tietyn rataosan huonokuntoisuudesta johtuva lisääntynyt ajoaika.

Järjestelmään tarvitsee syöttää vain vähän lähtötietoja: ainoastaan sellaiset liikennepaikat, joilla on kokonaisuuden kannalta lisäarvoa, kannattaa mallintaa. Edes rataosan pituutta ei tarvita, kunhan tiedetään ajoaika erityyppisillä junilla. Järjestelmä pyrkii yksinkertaistamaan rataverkon kuvauksen sellaiselle tasolle, että sitä on helppo ylläpitää. Tämä nopeuttaa myös järjestelmän käyttöönottoa.

Esimerkkinä järjestelmän toiminnasta voidaan käyttää ratatiedon mallinnusta. Järjestelmä ei tarvitse nopeusrajoitus- ja pituuskaltevuustietoja, koska tiettyyn matkaan tietyllä junatyypillä kuluva aika riittää. Käytettävä aika lasketaan etukäteen staattisesti. Menettelyn hyvä puoli on, ettei aikatauluja muuteta koko ajan pienten ratatietomuutosten takia. Riittävä varmuus aikataulun toimivuudesta saadaan, kun rataosalla käytetty aika lasketaan nykyisen käytännön mukaisesti huonoimman mahdollisen ajoajan ja tietyn pelivaran mukaan.

TrainPlaniin valittu käytäntö olla muuttamatta rataosan ajoaikaa pienten ratatietomuutosten takia on vakaissa oloissa hyvä. On kuitenkin mietittävä, mitä tarkoitetaan pienillä muutoksilla ja kuinka usein Suomessa joudutaan tekemään muutoksia ajoaikoihin esim. vuodenaikojen vaihtelun ja tilapäisten nopeusrajoitusten vuoksi. Dynaamisella ajoajan laskennalla on luvussa 2 esitetyn perusteella muitakin hyötyjä mm. ratakapasiteetin tehokkaamman käytön ansiosta.

TrainPlan -moduuli mahdollistaa tulevan ratatiedon syötön vaikkapa tapauksessa ”vuoden 2007 alusta tietyn rataosan Sn on 160 km/h” siten, että järjestelmä päivittää ratatietoa automaattisesti kyseisenä päivänä. Ominaisuutta voidaan käyttää myös simulointiin, jolloin voidaan rakentaa erilaisia aikatauluja erilaisilla rataverkoilla. Järjestelmää voidaan siten käyttää viestintävälineenä päätöksentekijöiden suuntaan.

Ratatöiden suunnittelu

Ratakapasiteettihakemusten lisäksi myös ratatöihin liittyvä liikenne käsitellään AccessPlan-lisäosan avulla. Hakemukseen voidaan syöttää vain kriittiset paikat ja ajat tai suunnitelma voi olla yksityiskohtaisempi. Ratatyövaraukset saadaan näkymään jo kapasiteettia haettaessa, kunhan ne voidaan hakea jostakin tietokannasta.

Aikataulusuunnitteluominaisuudet

TrainPlan -moduulissa voidaan rakentaa graafinen aikataulu yhdelle tai useammalle junalle halutulla aikavälillä. Yleisöaikataulu ja liikennöitsijän sisäinen aikataulu voidaan pitää erillään. Aikataulun suunnittelustatus nähdään järjestelmästä. Kuljettaja-aikataulu on jokaiselle liikennöitsijälle erikseen räätälöitävä dokumentti, joka voidaan tulostaa järjestelmästä sen jälkeen kun se on hyväksytty käyttäjätestauksessa. Järjestelmässä on kalenteritoiminnallisuus, joka mahdollistaa poikkeusaikataulujen helpon syötön.

Kahta junaa samalla junanumerolla - esimerkiksi normaali- ja poikkeusaikataulu - voidaan verrata samassa graafisessa aikataulussa. Aikatauluihin voidaan lisätä tietyille väleille puskuriaikaa, jolla otetaan huomioon ruuhkasuunta tai korkeuserot. Graafiseen aikatauluun voidaan syöttää liikennepaikkojen todellisen etäisyyden sijasta joku muu etäisyys tai poistaa tiettyjä liikennepaikkoja näkymästä. Tämän ansiosta graafinen aikataulu on käytettävämpi.

Järjestelmä ei varoita konflikteista automaattisesti, vaan aikataulusuunnittelijan on tarkastettava ne itse käyttämällä järjestelmän tarjoamaa toimintoa. Tämä parantaa kuitenkin järjestelmän käytettävyyttä vaikkapa siirrettäessä junia graafisessa aikataulussa. TrainPlan käyttää erilaisia graafisia symboleja ja värejä esittämään konfliktien tyyppiä ja vakavuutta. TrainPlan antaa myös mahdollisuuden ennustaa junalle uuden aikataulun, jos se ajaa myöhässä suunniteltuun nähden.

Muissa tarkastelluissa järjestelmissä aikataulusuunnittelumoduulien toiminnallisuus loppuu 24-48 tuntia ennen junan liikkeellelähtöä, jonka jälkeen tapahtuvat muutokset on tehtävä jollakin toisella järjestelmällä. TrainPlanin Resource Manager -moduuli vaikuttaa syyskuisen esityksen perusteella lupaavalta myös minuutteja tai tunteja ennen junan lähtöä tapahtuvien muutosten käsittelyyn. Moduuli osaa lyhyen demon perusteella arvioida mm. myöhästymisten vaikutuksia kalustokiertoon ja henkilöstön sijoituksiin (knock-on effects).

Network Resolver-moduuli tarjoaa mahdollisuuden arvioida aikatauluihin tehtävien pienten muutosten vaikutusta kokonaisuuteen. Moduulin toiminta perustuu ainakin toistaiseksi vain pysähtymisaikojen eikä ajoaikojen muuttamiseen.

Timetable Robustness Analyser-moduulilla voidaan simuloida erilaisia virhetilanteita, ennustaa konflikteja, arvioida eri syistä johtuvia myöhästymisiä ja laskea todennäköisyyksiä erilaisille tapahtumille.

Liikennepaikkoihin liittyvät ominaisuudet

Liikennepaikkaa mallinnettaessa järjestelmään voidaan syöttää mm. raiteiden määrä, raidepituudet ja laituripituudet. Jos saapuva juna on lyhyempi kuin raidepituus, tulorai-
de voidaan vapauttaa automaattisesti. Liikennepaikan toiminnot kuten vaihtotyö, tarkis-
tukset ja miehistön vaihto voidaan näyttää aikataulunäkymässä. Järjestelmän muita
liikennepaikkoihin liittyviä ominaisuuksia ovat vaihtoyhteyksien minimi- ja maksimi-
odotusajat, junakohtaukset, junan kokoonpanomuutokset sekä minimi- ja maksimi-
pysähdysajat tietyllä liikennepaikalla. Uusi liikennepaikka voidaan lisätä aikatauluihin
valitsemalla kaikki tietyllä rataosalla liikennöivät junat, jonka jälkeen rataosalle lisätään
liikennepaikka.

Junien käsittelyyn ja liikennöintiin liittyvät ominaisuudet

Junien tietoja voidaan lajitella ja suodattaa haluttujen parametrien perusteella. Järjestel-
mään voidaan myös tallentaa junan ja veturin tyyppi ja mahdolliset käyttörajoitukset
esim. rataosan suhteen.

Junatietoja tarkasteltaessa rataverkon haltijan on hyvä nähdä kaikkien junien kaikki
tiedot. Liikennöitsijöiden taas tulee nähdä toisen liikennöitsijän junasta ainoastaan
junatyyppi ja aikataulu, ei esimerkiksi kuljetettavaa hyödykettä. TrainPlan tukee tätä.
Junan kaupalliset ominaisuudet - esim. ravintolavaunu vai kärrymyynti - ovat nähtävissä
ja niitä voidaan muuttaa halutuilla liikennepaikoilla.

Käyttöliittymä

Järjestelmässä on Windows-käyttöliittymä. Järjestelmässä on paljon toimintoja, minkä
vuoksi käyttöliittymä vaikutti joissakin tilanteissa sekavalta. Tämä on varsin yleistä
tarkasteltujen valmisohjelmistojen kohdalla, mutta sekavuus kertoo aina myös käyttö-
liittymäsuunnittelun puutteesta.

Järjestelmä tarjoaa samasta tiedosta erilaisia näkymiä ja samalla erilaisia käyttöoikeuk-
sia eri käyttäjille. Ohjelmisto on lokalisoitavissa ainakin kielen sekä veto- ja vaunuka-
luston osalta. Ohjelmiston tämänhetkinen versio tukee kahta kieltä oletuksena olevan
englannin lisäksi, joten suomen ja ruotsin käyttö on mahdollista. Kielen vaihto ei onnis-
tu lennossa, vaan se edellyttää ohjelmiston uudelleenkäynnistystä. Järjestelmän termit
voidaan kääntää kielieditorin avulla parissa päivässä, joten ohjelmistoa pääsee käyttä-
mään suomeksi melko nopeasti. Järjestelmätoimittaja voi hankkia käyttöönoton yhtey-
dessä tulkin erillistä korvausta vastaan.

Tiedon esitysmuotoa voidaan muuttaa ilman järjestelmätoimittajan apua. Esimerkiksi graafisen aikataulun akselit voidaan kääntää, graafisia elementtejä lisätä ja poistaa sekä värejä muuttaa. Järjestelmä muistaa käyttäjäkohtaiset asetukset vaikkapa näyttöjen ulkoasun ja tulosteiden suhteen.

Lisenssityypit, osto- ja ylläpitokustannukset ja päivitysprosessi

TrainPlan -järjestelmä on kaupallinen valmisohjelmisto, jota kuitenkin räätälöidään jokaiselle asiakkaalle erikseen. Tästä seuraa, että järjestelmän asiakkailla on kullakin omanlaisensa versio ja erilainen ylläpitosopimus. Järjestelmä täyttää siis luvussa 3.3.1 kuvatun muokatun valmisohjelmiston tunnusmerkit.

Järjestelmän ostohinnaksi arvioitiin ohjelmistojen osalta 150 000 €- 1 000 000€ Ostohinta riippuu mm. järjestelmän käyttöönottovaiheessa tarvittavan tiedonsiirron ja rajapintojen rakentamistyön määrästä. Miljoonan euron ostohinta on esittelijöiden mukaan käytännön maksimi.

Ohjelmiston lisenssityyppi on organisaation laajuinen lisenssi (site license), johon sisältyy tietty määrä käyttäjiä. Jos määrä ylitetään, vuosittaiset lisenssikustannukset nousevat. Vuotuisiksi ylläpitokustannuksiksi ilmoitettiin 20% ostohinnasta. Tällä saadaan päivitysten lisäksi virka-aikaan avoinna oleva tukipalvelu. Eri korvauksesta tai korkeammalla vuosimaksulla tarjolla on laajempaa tukipalvelua esim. päivitysten, järjestelmäintegraation tai aikataulun muutosajankohtien yhteydessä. Vossloh tarjosi apua esim. arkistotiedon siirtämiseen tietokantoihin, rajapintojen rakentamiseen ja muihin järjestelmän käynnistämiseen liittyviin toimintoihin. Tämä on luonnollista, sillä vuosittaiset ylläpitokustannukset riippuvat ostohinnasta.

Päivityksiä on 1-4 kappaletta vuodessa ylläpitosopimuksesta riippuen. Eri järjestelmäversioiden toimimiseen keskenään pitää esittelytilaisuuden perusteella suhtautua samantyyppisellä varauksella kuin muissakin kaupallisissa valmisohjelmistoissa. Uusien versioiden testausprosessi vaikuttaa kuitenkin toimivalta: uusi versio testataan aluksi Yorkissa, minkä jälkeen testaus siirtyy käyttäjätiimille Helsinkiin, jossa päivitystä testataan oikeassa tuotantoympäristössä. Kun päivitys havaitaan toimivaksi, se hyväksytään ja otetaan käyttöön.

Vossloh antaa tarvittaessa yksityiskohtaisempaa tietoa ja dokumentaatiota käytetyistä tietorakenteista ja rajapinnoista kolmannelle osapuolelle esim. integroitaessa järjestelmään kolmannen osapuolen ohjelmistotuotteita. Tosin esittelijöiden kokemuksen mukaan on syytä varmistaa esim. yhden päivän mittaisen, Vosslohistä ostettavan konsulttityön avulla, että kolmannella osapuolella on ymmärrys siitä, mitä pitäisi tehdä ja miten. Järjestelmätoimittajalta saadun tiedon perusteella voidaan todeta, että integrointia pystytään tekemään ilman Vosslohin jatkuvaa mukanaoloa.

Järjestelmän tukipalvelut, kehitystyö ja räätälöintimahdollisuudet

Ohjelmiston tukipalveluiden tilanne ei ole vielä vakiintunut. Tällä hetkellä tarjolla on ainoastaan puhelinpalvelu. Tukipyynnöillä on neljä prioriteettitasoa, joista järjestelmän käytön estäviin ykkösprioriteetin vikoihin vastataan alle tunnissa. Asiakkaat ovat järjestelmätoimittajan mukaan olleet tyytyväisiä Vosslohin toimintaan etenkin ykkösprioriteetin vikatilanteissa. Tukipalveluprosessin aluksi Vosslohin yleisiasiantuntijat ottavat etäyhteyden asiakkaan järjestelmään. Myöhemmin mukaan tulevat sellaiset henkilöt, jotka tuntevat hyvin nimenomaan asiakkaan kotimaassa käytetyt toimintatavat. Nelosprioriteetin vika on ärsyttävä, mutta sen korjaamisella ei ole kiire. Järjestelmätoimittaja pyrkii antamansa tiedon mukaan etsimään ja korjaamaan sellaisetkin viat, jotka eivät johdu TrainPlanista, mutta vaikuttavat sen toimintaan.

On huomattava, että Vossloh-järjestelmän tukipalvelut perustuvat usein etäyhteyksiin ja etähallintaan Yorkista käsin. Vosslohille on siis annettava pääsy järjestelmään vianetsintää varten; jos pääsyä ei järjestetä, kauppoja järjestelmästä ei synny.

Järjestelmää aiotaan jatkossa kehittää etenkin vetokaluston kierron ja henkilöstö-sijoitusten optimoinnin suuntaan. Järjestelmä noudattaa myös AEIF:n³⁷ vaatimuksia, jos se on tarpeen. AEIF:n olemassaolo ja siitä seuraavat vaatimukset tuntuivat tosin tulevan esittelijälle yllätyksenä.

Järjestelmän ja järjestelmätoimittajan asema markkinoilla

Järjestelmätoimittajan markkina-asemaa voidaan pitää vakiintuneena, koska järjestelmällä on paljon asiakkaita myös kehittämismaan ulkopuolella. Järjestelmää käytetään etenkin saksankielisessä Euroopassa, mutta myös Britanniassa, itäisessä Keski-Euroopassa sekä Norjassa ja Ruotsissa. Järjestelmällä on asiakkaita myös Euroopan ulkopuolella.

³⁷ AEIF = Association Européenne pour l'Intéropérabilité Ferroviaire; engl. European Association for Railway Interoperability. AEIF on Euroopan komission valtuuttama elin, joka määrittelee rautateiden teknisen yhteentoimivuuden eritelmiä (engl. TSI = Technical Specifications for Interoperability). AEIF:n jäsenet ovat rataverkon haltijoita, liikennöitsijöitä ja muita rautatietöimialan yrityksiä. (AEIF 2005)

Järjestelmän hyviä puolia

Järjestelmää rakennettaessa on otettu huomioon IM- ja RU-työnjako ja siinä on valmiin moduulin lisäksi muuta toiminnallisuutta ratakapasiteetin hakemiseen ja yhteensovittamiseen. Järjestelmässä on paljon toiminnallisuutta ja sitä käytetään Windows-käyttöliittymässä, jota voidaan mukauttaa tarvittaessa. Järjestelmän markkina-asema on vakiintunut. Lisäksi järjestelmän tukipalvelut ovat saaneet asiakkailta hyvät arvostukset.

Järjestelmän riskejä ja puutteita

On olemassa riski, että järjestelmään liittyvä osaaminen on keskittynyt yhteen eläkeikää lähestyvään henkilöön. Järjestelmän arkkitehtuurista voi seurata kahden alustan loukku, koska järjestelmässä käytetään sekä Oraclen että Microsoftin alustoja ja työkaluja. Tällöin järjestelmäkokonaisuus voi kehittyä vaikeasti hallittavaksi tilkkutäkiksi, jonka suorituskyky ei ole optimaalinen. Näiden tekijöiden lisäksi järjestelmässä ei ole dynaamista ajoajan laskentaa.

Yhteenveto järjestelmästä

Järjestelmän vahvuuksia ja heikkouksia on käsitelty taulukossa 13.

Taulukko 13. TrainPlan -järjestelmän vahvuudet ja heikkoudet.

Vahvuudet	Heikkoudet
<ul style="list-style-type: none"> tukee eurooppalaista IM- ja RU-työnjakoa tukee tietokantapohjaisena hyvin tiimityötä ResourceManager -moduuli asiakkaita myös Pohjoismaissa paljon valmista toiminnallisuutta toimiva päivitysprosessi 	<ul style="list-style-type: none"> ei dynaamista ajoajan laskentaa arkkitehtuurissa kahden suuren ohjelmistotalon ohjelmistoja ja työkaluja yhden kehittäjän merkittävä asema käyttöliittymä joiltain osin vaikeaselkoinen epäselvät lisenssi- ja ylläpito-kustannukset

TrainPlan on järjestelmätoimittajan mukaan kehitetty tukemaan silloisia työkaluja paremmin IM- ja RU-työnjakoa. Tietokantapohjainen järjestelmä tukee hyvin erilaisia työtapoja. Järjestelmää käytetään myös Ruotsin ja Norjan rataverkon haltijoissa ja liikennöitsijöissä, joten järjestelmätoimittajalla on jo kokemusta pohjoismaisista asiakkaista. Toisin kuin jotkut muut järjestelmätoimittajat, Vossloh on rakentanut toimivan tunteen päivitysprosessin, jossa huonosti toimivan päivityksen pääsy tuotantoympäris-

töön on varsin vaikeaa. Yksityiskohtana voidaan mainita, että järjestelmän englantilaisten esittelijöiden kanssa oli helppo toimia ja esittelytilaisuuksissa vallitsi hyvä henki. Järjestelmän selkeä hyvä puoli on myös ResourceManager-moduuli, jota voidaan käyttää lähes reaaliaikaiseen operatiivisten muutosten syöttämiseen.

TrainPlanin suurimpana toiminnallisuusongelmana voidaan pitää dynaamisen ajoajan laskennan puutetta. Käyttöliittymän osalta vaikuttaa siltä, että ohjelmiston käyttäjän pitää joissakin tilanteissa osata useita eri tapoja saada aikaan jokin toiminto: jos ensimmäinen tapa ei toimi, asia tehdään toisella tavalla. Arkkitehtuurissa piilee selkeä riski, koska järjestelmässä käytetään kahden suuren ohjelmistotalon alustoja ja työkaluja. Lisenssi- ja ylläpitokustannukset on myös maalattu varsin leveällä pensselillä.

Jo aiemmin mainitussa RFF:n teettämässä, tätä työtä vastaavassa selvitystyössä todettiin, että TrainPlan on Viriaton ja ROMAN:n lisäksi varteenotettava järjestelmäehdoka. Tieto on saatu vasta luvun 6 arviointikehikkojen soveltamisen jälkeen.

5.8 Muita ohjelmistoja

Työn aikana on löydetty kuusi sellaista ohjelmistoa, joita ei otettu mukaan tarkempaan arviointiin. Tämä johtuu yleensä seuraavista syistä: a) ohjelmisto on tehty vain tiettyyn, hyvin rajalliseen tarkoitukseen eikä se tarjoa ratakapasiteetin jakamiseen ja yhteensovittamiseen liittyvää toiminnallisuutta ja/tai b) järjestelmätoimittajan markkina-asema Euroopassa ei ole niin vakiintunut, että järjestelmää voitaisiin vakavasti harkita. Nämä järjestelmät kuvataan lyhyesti seuraavassa.

5.8.1 Alcatel / ARAMIS

Alcatel on yli 130 maassa toimiva monialayritys, jonka rautatiealan tuotteet liittyvät lähinnä liikenteenohjauksen kauko-ohjausjärjestelmiin. ARAMIS (Advanced Railway Management and Information System) -tuotteesta oli käytettävissä RHK:ssä keväällä pidetyn esityksen saksankieliset esityskalvot, tuotteen kotisivu (Anon. 2005m) sekä syyskuussa saatu järjestelmäesite.

ARAMIS on modulaarinen aikataulusuunnitteluohjelmisto, joka päätettiin jättää keväällä tarkemman tarkastelun ulkopuolelle, koska järjestelmässä ei esityskalvojen perusteella vaikuttanut olevan toiminnallisuutta ratakapasiteetin jakamiseen ja yhteensovittamiseen. Tämän lisäksi järjestelmällä ei keväällä ollut DB:n lisäksi muita asiakkaita. Syyskuussa tehdyn tarkastuksen perusteella järjestelmällä on uusia käyttäjiä, mutta siinä ei edelleenkaan ole toiminnallisuutta ratakapasiteetin jakamiseen ja yhteensovittamiseen.

Alcatelin järjestelmän mukaanottamista tarjouskilpailuun voidaan harkita, mutta tästä ei välttämättä ole työmäärän lisääntymistä vastaavaa hyötyä.

5.8.2 EPFL / CAPRES

EPFL:ssä³⁸ Sveitsissä kehitetyllä CAPRES-ohjelmistolla (Anon. 2005n; Curchod & Lucchini 2001) analysoidaan alempana esiteltävien STRATEC-tuotteiden tapaan ratakapasiteetin käyttöä. CAPRES:n toiminnallisuus on kuitenkin huomattavasti STRATEC:n tuotteita laajempi.

CAPRES:n avulla voidaan arvioida tiettyjen rataosuuksien ratakapasiteetin käytön ja pullonkaulojen lisäksi mm. aikataulun toteutumismahdollisuuksia (feasibility of a given timetable) sekä lisätä junia aikatauluun käyttäjän määrittelemän priorisointilistan mukaisesti. Ratakapasiteetin jakamiseen ja yhteensovittamiseen liittyvää toiminnallisuutta ohjelmistossa ei juurikaan ole.

Työn aikana saatiin selville, että CAPRES:n algoritmit on tänä vuonna otettu osaksi Viriato-järjestelmää. Tämän vuoksi CAPRES:ia ei ole enää syytä tarkastella yksittäisenä järjestelmänä, vaan sen toiminnallisuus on käsitelty Viriaton yhteydessä.

5.8.3 Fraunhofer FIRST / SIMONE

Berliiniläisen Fraunhofer FIRST:n SIMONE³⁹ on Saksan opetus- ja tutkimusministeriön rahoittama hanke, jossa sovellettiin lineaarista optimointia aikataulusuunnitteluun (Matzke 2005). RHK:n edustajat näkivät SIMONE-hankkeen tuloksia yhdessä FBS-ohjelmiston kanssa Innotrans-messuilla syksyllä 2004.

Työn tekemisen aikana ilmeni, ettei FBS:n kehittämisessä mukana olleella dresdeniläisellä Fraunhofer-yksiköllä ollutkaan yhteyttä SIMONE-hankkeeseen. SIMONE:n tuloksia ei siten sovelleta missään valmiissa ohjelmistotuotteessa. Tämän lisäksi SIMONE-hankkeessa aikataulusuunnittelua käsiteltiin vain matemaattisesti ilman prosessikuvauksia tai toimijoiden huomioonottamista, joten hanketta ei käsitellä tässä työssä tämän enempää.

³⁸ EPFL = École Polytechnique Fédérale de Lausanne; engl. Swiss Institute of Technology Lausanne

³⁹ FIRST = Fraunhofer Institut Rechnerarchitektur und Softwaretechnik; SIMONE = Simulation of Route Slots and Train Itineraries in Rail Networks.

5.8.4 MultiModal / Freight Edition, Passenger Edition

MultiModal on yhdysvaltalainen järjestelmätoimittaja, jonka tuotteet on suunniteltu pohjoisamerikkalaiseen toimintaympäristöön. Järjestelmään on tutustuttu lähinnä sen internet-sivuston (Anon. 2005o) materiaalin avulla.

Järjestelmää ei valittu tarkempaan jatkoselvitykseen, koska järjestelmän esittelymateriaalissa ei mainittu toiminnallisuutta ratakapasiteetin hakemiseen, jakamiseen tai yhteensovittamiseen eurooppalaisen IM- ja RU-jaon mukaisesti. Toinen järjestelmän kääntöpuoli on, että siitä on tiedonsiirtorajapinnat ainoastaan järjestelmätoimittajan omiin tuotteisiin järjestelmätoimittajan omissa tietomuodoissa. Lisäksi suuri osa järjestelmän asiakkaista on Pohjois-Amerikassa ja Euroopassa on ainoastaan myyntikonttori, joten pienet eurooppalaiset asiakkaat voivat jäädä järjestelmätoimittajalle etäisiksi. Järjestelmä päätettiin siten jättää tarkemman tarkastelun ulkopuolelle.

5.8.5 STRATEC / RAILCAP, MACRO RAILCAP

STRATEC on belgialainen konsulttitoimisto, jonka kehittämillä RAILCAP- ja MACRO RAILCAP-ohjelmistotuotteilla voidaan analysoida ratakapasiteetin käyttöä. RAILCAP-tuotteella analysoidaan pienempi osa rataverkkoa tarkemmin, kun taas MACRO RAILCAP –tuote soveltuu suuremman alueen suurpiirteiseen analyysiin. Tuotteisiin on tutustuttu järjestelmätoimittajan kotisivujen (Anon. 2005p) avulla.

RAILCAP –tuotteet on suunniteltu lähinnä ratakapasiteetin käytön analysointiin ja pullonkaulojen etsimiseen. Ne eivät siten tue ratakapasiteetin jakamis- ja yhteensovittamisprosessin tarpeita, joten tuotteita ei otettu mukaan tarkempaan vertailuun.

5.8.6 TranSoft / CONTACT, COCOS, CONTACT-M

TranSoft on romanialainen rautateiden liikenteenhallintaratkaisuihin erikoistunut yritys. TranSoftin ohjelmistoihin on tutustuttu RHK:lle lähetettyjen esitteiden sekä järjestelmätoimittajan kotisivujen (Anon. 2005q) avulla.

TranSoftin järjestelmiä kehitetään yhteistyössä Romanian rataverkon haltijan (CFR) ja suurimman tavaraliikenneoperaattorin kanssa. Tuotteiden hyvänä puolena voidaan pitää ainakin esitteiden perusteella hyvin toimivaa konfliktinratkaisua.

TranSoftin tuotteista CONTACT ja COCOS on suunniteltu lähinnä liikenteenohjauksen operatiivisen toiminnan tarpeisiin, kun taas CONTACT-M tarjoaa päätöksentuen tuki-

toimintoja tavaraliikenneoperaattorille. Tuotteissa ei ole toiminnallisuutta ratakapasiteetin jakamiseen ja yhteensovittamiseen eikä TranSoftilla ole Romanian ulkopuolisia asiakkaita. Näiden tekijöiden lisäksi tuotteet vaikuttavat keskeneräisiltä, niiden lopullisesta tuotteistamisesta ei ole tietoa eikä järjestelmätoimittajan kotisivuja ole päivitetty työn tekemisen aikana. Järjestelmätoimittajan tuotteiden tarkempi tarkastelu voidaan siten sivuuttaa.

6 EHDOKASOHJELMISTOJEN ARVIOINTI

Jotta järjestelmien hankintaprosessia voidaan jatkaa perustellusti, järjestelmät tulee arvioida samoilla kriteereillä. Tässä luvussa esitellään käytetyt arviointimenetelmät. Käytössä on ollut sekä kvalitatiivisia että kvantitatiivisia menetelmiä. Luvun lopussa esitetään järjestelmäarvioiden tulokset.

Rautatietoimialan syvälinen asiantuntemus on varsin keskittynyttä Suomessa ja ulkomailla. Toimialan asiantuntemusta ei juurikaan ole vaikkapa prosessi- tai tietojärjestelmäkonsultointiyrityksissä tai tietojärjestelmiin keskittyneessä tieteellisissä aikakauslehdissä. Tämän vuoksi puolueettoman tiedon saaminen tarkasteltavista järjestelmistä osoittautui haastavaksi. Arviot järjestelmistä perustuvat siten järjestelmätoimittajilta saatuun tietoon ja esittelytilaisuuksissa nähtyihin demoihin. Järjestelmätoimittajien voidaan kuitenkin olettaa nostavan esille järjestelmiensä parhaat puolet, joten esittelytilaisuuksiin osallistujien on tarkkailtava, mitä tekijöitä järjestelmätoimittaja ei korosta ja osattava tehdä omien tarpeidensa mukaisia tarkentavia kysymyksiä. Tässä onnistuttiin työn aikana varsin hyvin.

Järjestelmäarviot on tehty parhaan saatavissa olleen tiedon perusteella. Järjestelmien tarjouskilpailu ja perusteellinen koekäyttö voi kuitenkin tuoda uusia näkökulmia työn tuloksiin.

6.1 Valittujen arviointimenetelmien kuvaus

Tietojärjestelmien kokonaisvaltainen arviointi on haastava prosessi huomioonotettavien asiakokonaisuuksien laajuuden vuoksi. Lisäksi tietojärjestelmähankintojen yhteydessä pienilläkin yksityiskohdilla voi olla kriittinen merkitys, koska ne voivat myöhemmin nousta esiin yllättävissä tilanteissa⁴⁰ (Bannister 2004, 6). Valmisohjelmistojen valinnassa korostuu ohjelmiston ominaisuuksien ja mahdollisuuksien arviointi ja niiden vertailu (TTL 2002, 16). Järjestelmien arviointiin liittyviin haasteisiin on pyritty vastaamaan tekemällä intensiivistä tiimityötä sekä haastatteluja RHK:ssa ja VRO:ssa sekä ottamalla huomioon relevantit hankintaan vaikuttavat tekijät saatavilla olleen parhaan tiedon perusteella vaatimusmäärittelyä laadittaessa.

Järjestelmien arviointi perustuu kolmeen erilaiseen arviointikehikkoon. Muodollisten arviointimenetelmien käytöllä on tietojärjestelmien valinnassa seuraavia perusteita (Bannister 2004, 274-276):

⁴⁰ Esimerkki tällaisesta yksityiskohdasta on VRO:n Viriato-järjestelmän päivityksessä ilmennyt järjestelmän käytön estänyt ongelma, joka ratkaistiin tilapäisesti muuttamalla aakkoset ä ja ö muotoon ae ja oe.

- täsmällisesti noudatetut arviointimenetelmät tarjoavat muodollisen tavan viestiä projektin tuloksista eri osapuolten välillä
- arviointimenetelmät vähentävät oikein käytettynä riskien vaikutusta lopputulokseen, koska ne pakottavat tunnistamaan riskit ja antamaan niiden toteutumisesta arvion
- päätöksentekoon liittyy aina subjektiivisuutta, jota voidaan kuitenkin vähentää hyvin laadittujen arviointimenetelmien avulla
- muodolliset arviointimenetelmät auttavat ristiriitojen ratkaisussa
- muodolliset arviointimenetelmät mahdollistavat päätöksen aikaansaamisen silloinkin, kun päädytään umpikujaan
- arviointimenetelmien käyttö rakenteistaa ja nopeuttaa päätöksentekoa

Työssä käytetyillä arviointikehikoilla on kullakin omat rajoitteensa eikä mikään niistä anna yksinään käytettynä parasta mahdollista tulosta. Työhön valittujen kehikkojen erilainen lähestymistapa asiaan saavat arviointityöhön osallistujat kuitenkin pohtimaan järjestelmävalintaan liittyviä kysymyksiä eri näkökulmista ja perustelemaan omat näkemyksensä, jolloin subjektiivisuudelle jää vähemmän tilaa kuin pelkästään yhtä arviointimenetelmää sovellettaessa. Eräs kriteeri käytettyjen arviointikehikkojen onnistumiselle on, ovatko ne riippumattomia toisistaan ja tuottavatko ne omista lähtökohdistaan samansuuntaisia tuloksia. Kaksi ensimmäistä kehikkoa ovat kvalitatiivisia, kolmas kvantitatiivinen.

6.1.1 Arviointikehikko 1: Isot asiakokonaisuudet

Tämä arviointikehikko on laadittu RHK:ssa, jotta järjestelmistä saataisiin yleiskuva. Aluksi on pohdittu, mitkä tekijät ovat sellaisia tärkeitä asiakokonaisuuksia, joiden alle voidaan kerätä joukko tärkeäksi katsottuja ominaisuuksia. Asiakokonaisuuksien keskinäiseen tärkeyteen ei otettu kantaa.

Ominaisuuksien valinnan jälkeen päädyttiin käyttämään viisiportaista asteikkoa. Eri kokonaisuuksista järjestelmille annetut plussat ja miinukset eivät ole yhteismitallisia, joten niitä ei ole tarkoituksenmukaista laskea yhteen. Arviointikehikon avulla voidaan kuitenkin todeta, onko jokin järjestelmä selvästi muita huonompi tai parempi kokonaisuus. Arvioinnissa päädyttiin seuraaviin asiakokonaisuuksiin ja ominaisuuksiin:

1. Aikataulusuunnittelun helppous

- vapaiden aikatauluslottien etsiminen
- dynaaminen ajoajan laskenta
- onko IM- ja RU-jako otettu järjestelmän suunnittelussa huomioon
- osaako järjestelmä erotella hakemuksen ja aikataulun eri tilat ja lähettää viestin kapasiteetin hakijalle

- onko järjestelmässä helppokäyttöinen kalenteri

2. *Yhteensovittamisen helppous*

- konfliktien tunnistus ja esittäminen
- voidaanko konfliktit ratkaista myös automaattisesti; siis: esittääkö järjestelmä ratkaisun, jonka suunnittelija tai liikenteenohjaaja hyväksyy
- aikatauluviivan siirto hiirellä

3. *Tiedonhallinta*

- tietokanta- vai tiedostopohjainen: onko monen käyttäjän yhtäikainen käyttö mahdollista?
- tiedonsyöttövaihtoehdot: järjestelmän oman tietomuodon lisäksi mielellään railML-rajapinta ja mahdollisuus internet-lomakkeen käyttöön
- tiedonsiirto järjestelmästä ulos: miten paljon vaihtoehtoja järjestelmä tarjoaa?
- käyttäjätunnistus, käyttöoikeudet, muu tietoturva

4. *Kustannukset*

- ovatko lisenssi- ja ylläpito hinnastot sekä perusosan että lisämoduulien suhteen saatavissa
- onko hinnoittelu sekä lisenssihintojen, ylläpidon että muiden palveluiden osalta selkeää
- onko järjestelmällä paljon asiakkaita vai joudutaanko kaikki kehitystyö maksamaan itse
- miten paljon räätälöintiä tarvitaan, jotta järjestelmä sopii Suomeen

5. *Järjestelmä ja järjestelmätoimittaja*

- miten paljon järjestelmässä on jo valmista toiminnallisuutta
- paljonko asiakkaita järjestelmällä on
- toimittajan maine
- ohjelmiston kehitystyö ja kehityspotentiaali

Järjestelmiä arvioitaessa valittiin ensin selkeästi paras ja selkeästi huonoin järjestelmä, jotka saivat vastaavasti arvosanat ++ ja --. Tämän jälkeen muut järjestelmät sijoitettiin arvioiden väliin vertaamalla niitä parhaaseen ja huonoimpaan järjestelmään ja arvioista keskusteltiin, kunnes saavutettiin konsensus. Useamman laatijan ja arvioijan käyttö parantaa arvioinnin validiteettia.

6.1.2 Arviointikehikko 2: Parivertailu

Parivertailu on arviointitapa, joka mahdollistaa kvalitatiivisen ominaisuusvertailun silloinkin, kun ominaisuudelle ei voida antaa lukuarvoa (Klein & Beck 1987, 177). Parivertailu perustuu arvofunktioon, joka tarkoittaa päätöksentekijän arvostusta ominaisuudelle⁴¹ (Klein & Beck 1987, 179). Arvofunktiolla on yhtäläisyyksiä kansantaloustieteen rajakustannus- ja rajahyötyfunktioiden kanssa. Parivertailussa voidaan kehittää algoritmi, jolla lasketaan useiden ominaisuuksien arvofunktioiden painotettu keskiarvo ja saadaan siten tunnusluku myös kvalitatiivisten ominaisuuksien vertailuun (Klein & Beck 1987, 179).

Parivertailu on erityisen hyödyllinen silloin, kun vertailtavia kohteita on paljon eikä päätöksentekijä pysty heti valitsemaan parasta mahdollista vaihtoehtoa, mutta hän pysyy arvioimaan, mikä ominaisuuden arvo tai vertailtava kokonaisuus on parempi kuin jokin toinen (Klein & Beck 1987, 180-181; Eronen 2005b). Tällöin parivertailua voidaan soveltaa karsinnan apuvälineenä, jolla suuresta joukosta saadaan rajattua joukko kohteita, joihin voidaan soveltaa muita arviointityökaluja (Klein & Beck 1987, 181).

Ratakapasiteetin jakamis- ja yhteensovittamisjärjestelmän valinnassa ehdokasjärjestelmiä on niin vähän, että parivertailun soveltaminen karsintaan ei ole perusteltua. Tämän vuoksi parivertailua on käytetty ainoastaan tarkistusvälineenä vertaamaan järjestelmä A:n ja järjestelmä B:n keskinäistä paremmuutta. Parivertailun suoritti kolme RHK:n työntekijää. Järjestelmät on sijoitettu matriisiin ja järjestelmäarviosta on äänestetty siten, että paremmaksi havaittu järjestelmä saa yhden pisteen. Äänten jakautuessa 2-1 tehdään tarvittaessa herkkyysanalyysi, jossa vaihdetaan paremmaksi katsottua järjestelmää ja katsotaan, muuttuuko kokonaistulos.

6.1.3 Arviointikehikko 3: Painotettu vaatimuslistaus

Tämä arviointikehikko on kahdesta edellisestä poiketen kvantitatiivinen. Se perustuu tietojärjestelmien kehitys- ja hankintaoppaissa (esim. Kettunen 2002, TTL 2002) suositeltuun tapaan kerätä järjestelmävaatimukset ja lajitella ne vaatimusryhmiin, jonka jälkeen järjestelmille annetaan pisteitä vaatimusten toteutumisen mukaan. Vaatimusryhmille annetaan yleensä erilaiset painokertoimet niiden tärkeyden mukaan. Järjestelmän kokonaispisteet lasketaan yksinkertaisilla kerto- ja yhteenlaskuilla eniten pisteitä saavan järjestelmän ollessa paras.

⁴¹ Esimerkiksi PC-työasemaa ostettaessa ensimmäinen 256 megatavun muistikampa on pakollinen. Toinen kampa lisää työaseman käyttömukavuutta kolmannen ainoastaan lisätessä työaseman hintaa. Arvofunktiolla mitattuna ensimmäinen muistikampa voisi tuottaa 80% koko työaseman käyttöarvosta, toinen 19% ja kolmas 1%.

Tässä työssä käytetään pisteskaalaa 0-3:

- **0:** järjestelmässä ei ole kyseistä toiminnallisuutta
- **1:** järjestelmässä on toiminnallisuus, mutta sitä ei ole toteutettu erityisen hyvin
- **2:** järjestelmässä on toiminnallisuus ja se on toteutettu hyvin
- **3:** järjestelmässä on toiminnallisuus ja se on toteutettu erityisen hyvin

Jos ominaisuuskuvaukset ei toteudu täysin, järjestelmä voi saada myös puoli pistettä. Ominaisuuksien ja pistekriteerien yksityiskohtaisempi kuvaus on liitteessä 3.

Arviointikehikko on hyvin mekaaninen työkalu ja sen antamiin tuloksiin tulee suhtautua varauksella etenkin silloin, jos kahden järjestelmän saamat pisteet ovat lähellä toisiaan. Tällöin voidaan tehdä herkkyyssanalyysiä esim. muuttamalla tärkeiden ominaisuuksien painokertoimia tai järjestelmien saamia pistearvoja yhdellä yksiköllä ja katsoa, muuttuvatko tulokset olennaisesti.

Menetelmän mahdollisia virhelähteitä ovat ominaisuuden väärä määrittely sekä arvioijan väärinymmärrys tai virhearvio. Virheitä on pyritty eliminoimaan käyttämällä arvioinnissa järjestelmistä tehtyjä muistioita, joiden rakenne on vakioitu. Muistioiden laatimisvaiheessa on käytetty esittelytilaisuuksissa mukana olleiden henkilöiden muistiinpanoja sekä keskusteltu järjestelmistä. Ominaisuuksien ja arviointikehikon määrittelyyn on osallistunut tekijän lisäksi RHK:n muuta henkilöstöä.

6.2 Arvioinnin tulokset

Työn tulokset arviointikehikoittain esitetään seuraavassa.

6.2.1 Arviointikehikko 1: Isot asiakokonaisuudet

Isoja asiakokonaisuuksia vertailtaessa saatiin taulukossa 14 esitetyt tulokset.

Taulukko 14. Isojen asiakokonaisuuksien vertailu.

	DB / RUT-K	HaCon / TPS	iRFP / FBS	RMCon / RailSys	Siemens / ROMAN	SMA / Viriato	Vossloh / TrainPlan
1. Aikataulusuunnittelun helppous	+	+	++	0	+	+	+
2. Yhteensovittamisen helppous	++	+	+	+	++	0	++
3. Tiedonhallinta	+	+	-	0	++	+	+
4. Kustannukset	--	-	++	+	--	+	--
5. Järj. ominaisuudet, järj. toimittaja	-	--	-	0	+	++	++

iRFP:n järjestelmä on selkeästi paras aikataulusuunnittelujärjestelmä muiden seurattessa tasaisena rintamana RailSysin ollessa viimeinen. Useimmin puuttuva ominaisuus on vapaan slotin etsiminen aikataulusta. Yhteensovittamiseen löydettiin useita hyviä järjestelmiä. Viriaton huono pistemäärä johtuu aikatauluviivan siirtämisen vaikeudesta verrattuna muihin järjestelmiin. Tiedonhallinta-arvosana korreloi vahvasti sen kanssa, onko järjestelmä tietokanta- (arvosana +) vai tiedostopohjainen (arvosana -). Jos järjestelmässä on monipuoliset rajapinnat, arvosana on perustasoa parempi.

Kustannukset-arvosanan suurin paino on lisenssi- ja ylläpitokustannuksissa sekä niiden ennustettavuudessa. Kokonaisuuden arvosanat ovat lähes vastakkaiset kuin edellisen kokonaisuuden. Tämä on loogista, sillä tietokantapohjainen järjestelmä tarjoaa paremman toiminnallisuuden, mutta on yleensä kalliimpi. Viimeisessä kokonaisuudessa TPS-järjestelmän huono arvosana selittyy vain yhden asiakasmaan lisäksi työn aikana kuululla spekulatioilla järjestelmän tulevaisuudesta Tanskassa sekä omakohtaisilla kokemuksilla esittelytilaisuudessa.

Tämän vertailukehikon perusteella Viriatossa ei olisi suuria heikkouksia, mutta se soveltuu näistä järjestelmistä huonoiten yhteensovittamiseen. ROMAN ja TrainPlan tarjoavat enemmän toiminnallisuutta, mutta maksavat enemmän kuin Viriato. iRFP on hyvä aikataulusuunnitteluohjelmisto, mutta siinä ei juurikaan ole tiedonhallintaominais-

suuksia. RailSysiä ei ole suunniteltu ratakapasiteetin jakamista ja yhteensovittamista varten, vaan simulointiin. TPS:n heikkouksia ovat ratakapasiteettiprosesseihin liittyvän toiminnallisuuden puute sekä järjestelmätoimittajan yhteistyökyvyttömyys. RUT-K:n arvosanoja laskevat riippuvuus yhdestä asiakkaasta sekä epätietoisuus järjestelmän kokonaiskustannuksista.

6.2.2 Arviointikehikko 2: Parivertailu

Parivertailu, jossa järjestelmäkokonaisuuksia verrattiin toisiinsa, antoi taulukossa 15 esitetyt tulokset.

Taulukko 15. Parivertailun tulokset.

DB	DB	0	0	0	1	1	1
HaCon	1	HaCon	1	1	1	1	1
iRFP	1	0	iRFP	0	1	1	1
RMCon	1	0	1	RMCon	1	1	1
Siemens	0	0	0	0	Siemens	0	0
SMA	0	0	0	0	1	SMA	0
Vossloh	0	0	0	0	1	1	Vossloh

PISTEET	DB	HaCon	iRFP	RMCon	Siemens	SMA	Vossloh
	3	0	2	1	6	5	4

Parivertailun perusteella kolme parasta ovat kehikon 1 tapaan ROMAN, Viriato ja TrainPlan. Eniten keskustelua järjestelmävertailussa aiheuttivat DB:n RUT-K, HaCon:n TPS ja iRFP:n FBS. Herkkyysanalyysin jälkeen päädyttiin lopulta yllä kuvattuun pistejakoon.

6.2.3 Arviointikehikko 3: Painotettu vaatimuslistaus

Taulukossa 16 esitetään järjestelmien saamat kokonaispisteet ja herkkyysanalyysin tulokset. Taulukon ensimmäinen sarake kertoo, millaisia painokertoimia käytettiin pakollisille, erittäin hyödyllisille, hyödyllisille ja nice-to-have -ominaisuuksille. Ilmoitettu suhdeluku tarkoittaa, miten tärkeä ominaisuusryhmä on verrattuna nice-to-have -ominaisuuteen. Järjestelmien saamia absoluuttisia pistearvoja ei muutettu herkkyysanalyysin yhteydessä. Arviointikehikko ja tulokset kuvataan tarkemmin liitteissä 3 ja 4.

Taulukko 16. Arviointikehikko 3:n tulokset erilaisilla painokertoimilla.

1. 100-25-10-1 (100:25:10:1)	1816	2494	1693	2152	2880	2543	2743
2. 100-50-30-10 (10:5:3:1)	2875	4065	2840	3680	4565	4060	4175
3. 200-50-30-10 (20:5:3:1)	3875	5365	3590	4680	6115	5410	5825
4. 150-100-50-30 (5:3½:1½:1)	5015	7220	5100	6645	8225	7265	7275
5. 100-60-40-10 (10:6:4:1)	3345	4735	3340	4320	5245	4690	4790
	DB / RUT-K	HaCon / TPS	iRFP / FBS	RMCon / RailSys	Siemens / ROMAN	SMA / Viriato	Vossloh / TrainPlan

Tämän kehikon perusteella Siemens/ROMAN olisi paras järjestelmä painokertoimien keskinäisistä suhteista riippumatta. Seuraava ryhmä, johon kuuluvat Vossloh/TrainPlan, SMA/Viriato ja HaCon/TPS, on huomattavasti tasaisempi. Vaikuttaa kuitenkin siltä, että TPS on kolmen parhaan joukossa ainoastaan silloin, kun pakollisten ja erittäin hyödyllisten ominaisuuksien merkitystä pienennetään. Tämä voidaan todeta myös liitteen 4 pistetaulukosta. RMCon/RailSys saa TPS-järjestelmää hieman heikommät pisteet DB Systems/RUT-K:n ja iRFP/FBS:n pitäessä selkeästi perää.

6.3 Yhteenveto arvioinneista

Arviointikehikko 1:n perusteella SMA:n Viriato olisi kompromissi kustannusten ja toiminnallisuuden välillä. Siemensin ROMAN ja Vosslohin TrainPlan tarjoavat enemmän toiminnallisuutta, mutta maksavat taas enemmän. Arviointikehikko 2 antaa vastaavan tuloksen: ROMAN, Viriato ja TrainPlan muodostavat tässäkin kolmen kärjen. Yksityiskohtiin enemmän kantaa ottava arviointikehikko 3 taas antaa tulokseksi Siemensin ROMAN-järjestelmän selkeän voiton. Tämän jälkeen seuraa kolme järjestelmää - HaCon:n TPS, Viriato ja TrainPlan -, joiden keskinäinen järjestys vaihtelee painoker toimien valinnan perusteella. Kolme muuta järjestelmää jäävät näille kolmelle selkeästi.

Kokonaisuutena voidaan siten todeta, että kaikki kolme arviointikehikkoa antavat samansuuntaiset tulokset. Tuloksia arvioitaessa joudutaan ottamaan huomioon, että järjestelmiä on jouduttu saatavissa olleen puolueettoman tiedon vähäisyyden vuoksi arvioidaan lähes ainoastaan järjestelmätoimittajilta saadun tiedon perusteella. Työn tulokset ovat lisäksi voimassa ohjelmistoalan nopean kehityksen vuoksi ainoastaan näillä arviointikriteereillä ja vain arviointihetkellä. Ranskan rataverkon haltijan RFF:n teettämässä, tästä työstä riippumattomassa selvitystyössä on kuitenkin saatu vastaavanlaiset tulokset kuin tässä työssä. Jos kaksi toisistaan riippumatonta selvitystyötä päättyy samoista lähtökohdista samoihin tuloksiin, voidaan todeta tulosten vahvistavan toisiaan.

7 PÄÄTELMÄT

Tässä luvussa tarkastellaan aluksi, miten hyvin työlle asetetut tavoitteet toteutuivat. Tämän jälkeen esitetään toimenpidesuositukset. Luvun lopussa arvioidaan työtä ja sen tekemisprosessia sekä todetaan, millaisia jatkotutkimusaiheita työn aikana on ilmennyt.

7.1 Tulokset ja johtopäätökset

Tietojärjestelmien kokonaisvaltainen arviointi on haastavaa jo sen takia, että tietojärjestelmähankkeet ovat ainutlaatuisia: Vaikka eri hankkeissa voidaan usein käyttää lähes samoja teknisiä ratkaisuja, jokaisen hankkeen tarpeet ja toimintaympäristö eroavat toisistaan, mikä heijastuu tietojärjestelmälle asetettaviin vaatimuksiin. Tietojärjestelmähankkeissa tulee ottaa huomioon muut olemassa olevat tietojärjestelmät, mahdollisuudet standardien mukaiseen tiedonsiirtoon muiden järjestelmien kanssa ja muiden järjestelmien elinkaaren vaihe. Tällaisissa hankkeissa tulee pystyä tekemään rajauksia ja löytämään kriittisiä tekijöitä kokonaisuuden hallitsemiseksi.

Tässäkin työssä ensimmäinen rakennuselementti on vaatimusmäärittely, jossa kuvataan, mitä toiminnallisuutta järjestelmässä on syytä olla ja millaisia toimintatapoja ja referenssejä järjestelmätoimittajalta odotetaan. Myös järjestelmän kokonaiskustannuksiin on otettava kantaa. Samaan aikaan vaatimusmäärittelyn kanssa on rakennettu prosessi tarvittavien tietojen keräämiseksi ja yhdenmukaistamiseksi. Vaatimusmäärittelyn avulla on kehitetty kolme arviointityökalua, joita käytettäessä sovellettiin kerättyä tietoa ja joiden avulla arvioinnin kohteet saatiin paremmuusjärjestykseen. Vaatimusmäärittelyn rakentamiseksi työssä paneuduttiin ratakapasiteetin käsitteeseen sekä ratakapasiteetin jakamis- ja yhteensovittamisprosessin nykytilaan ja tulevaisuuteen. Työssä tehtiin yhteenveto prosessissa käytettävään tietojärjestelmään kohdistuvista keskeisistä paineista, vaatimuksista ja odotuksista sekä rataverkon haltijan että liikennöitsijän osalta. RHK:n kannalta keskeisiä vaatimuksia ovat sekä aikataulukauden mittaisen säännöllisen liikenteen että ad hoc -ratakapasiteettihakemusten syöttömahdollisuus, konfliktien tunnistus ja esittäminen, aikataulutietokannan erilaiset käyttöoikeudet ja näkymät rataverkon haltijalle ja liikennöitsijälle sekä monipuoliset tiedonsiirtorajapinnat. Nämä vaatimukset ovat tietojärjestelmän pakollisia ominaisuuksia.

Työn aikana tunnistettiin kolmetoista eurooppalaista aikataulusuunnitteluun tai ratakapasiteetin analysointiin käytettyä tietojärjestelmää. Seitsemän järjestelmän katsottiin soveltuvan ratakapasiteetin jakamiseen ja ratakapasiteettihakemusten yhteensovittamiseen. Näistä järjestelmistä hankittiin työn aikana paras saatavilla ollut tieto esitemateriaalin, järjestelmätoimittajan internet-sivustojen, järjestelmätoimittajien esitysten ja käyttäjäkokemusten perusteella. Saatu tieto kirjoitettiin vakiomuotoisiin muistioihin, joita käytettiin apuna arvioitaessa järjestelmiä kahdella kvalitatiivisella ja yhdellä kvan-

titatiivisella menetelmällä. Useiden arviointimenetelmien ja useiden arvioijien käyttö paransi työn tulosten validiteettia.

Kaikilla kolmella arviointimenetelmällä saatiin samansuuntainen tulos: kolme parasta järjestelmää ovat tämän työn perusteella Siemensin ROMAN, SMA:n Viriato ja Voss-lohin TrainPlan. Kaikilla kolmella on useita eurooppalaisia rataverkon haltija- ja liikennöitsijäasiakkaita. ROMAN ja TrainPlan tarjoavat eniten työssä haettua toiminnallisuutta, mutta ne ovat absoluuttisesti kalliimpia ja niiden kokonaiskustannuksia on vaikeampi arvioida kuin Viriaton. Muista järjestelmistä voidaan todeta iRFP:n FBS-järjestelmän soveltuvan hyvin pienen liikennöitsijän tarpeisiin ja RMCon:n RailSys-järjestelmän olevan käyttökelpoinen monimutkaiseenkin ratakapasiteetin käytön simulointiin. Ranskan rataverkon haltijan RFF:n teettämässä, tästä työstä riippumattomassa selvitystyössä saatiin vastaavanlaiset tulokset, mikä osoittaa työn tulosten olevan oikeansuuntaisia.

Tarkastelluista valmisohjelmistoista oli usein nähtävissä, millaiseen käyttöön ja millaisille asiakkaille ne on alun perin suunniteltu. Jos järjestelmä on suunniteltu vain pienille liikennöitsijöille, se voi perustua vaikkapa tiedostorakenteeseen tietokannan sijasta. Kun huomioon on otettu ainoastaan nykyiset asiakkaat, on voitu tehdä sellaisia arkkitehtuuripäätöksiä, joiden ansiosta uuden toiminnallisuuden lisääminen tai vanhan muokkaaminen on työlästä. Pienten järjestelmätoimittajien tuotteissa tämä tarkoitti usein sitä, että RHK:lle tärkeän, mutta järjestelmästä puuttuvan toiminnallisuuden toteuttaminen tarkoittaisi mittavia muutostöitä järjestelmän rakenteeseen, mikä on kallista, aikaavievää ja sisältää aina riskin muutosten sisällön ja toimivuuden suhteen. Lisäksi pitkälle räätälöity ohjelmisto sitoo tulevaisuudessa järjestelmän käyttäjän tiukasti järjestelmätoimittajaan. Helposti toteutettavissa olevat muutostyöt nostavat siten tietokantapohjaisten järjestelmien arvoa pitkällä aikavälillä, vaikka ne ovat monimutkaisempia ja siten vaikeampia ja kalliimpia ottaa käyttöön.

7.2 Toimenpidesuosituksat

Työn tulosten perusteella esitetään tehtäväksi päätös siitä, mikä tai mitkä työssä kuvatuista ja arvioiduista järjestelmistä soveltuu tai soveltuvat parhaiten RHK:n tarpeisiin. Jos tarjouskilpailu katsotaan tarpeelliseksi, siihen on valmistauduttava mm. laatimalla vaatimus- ja tarjouspohjadokumentit, joiden avulla järjestelmätoimittajat voivat tehdä hyvän tarjouksen annetun aikataulun mukaisesti. Tämän työn vaatimusmäärittely toimii hyvänä pohjana tarjouskilpailudokumentteja laadittaessa.

Kun tarjouskilpailun järjestämisestä tai järjestämättä jättämisestä on tehty päätös, esitetään perustettavaksi jatko projekti, joka resursoidaan myös henkilöstön osalta. Jatko projektille varmistetaan tarvittaessa tilausvaltuudet aloittaa pilottiprojekteja järjestelmätoimittajien kanssa ja ottaa tässä työssä hyviksi havaitut kolme järjestelmää testattaviksi.

Koekäyttö on järjestelmän käytettävyyden testaamisen ohella tärkeää myös siksi, että valittu järjestelmä voi olla käytössä Suomessa 5-20 vuotta. On siis varmistettava, että järjestelmä todella soveltuu RHK:n tarpeisiin. Koekäytön ja/tai tarjouskilpailun jälkeen saavutetaan valmius arvioida järjestelmät ja järjestelmätoimittajat yksityiskohtaisesti, jolloin voidaan tehdä omakohtaisiin kokemuksiin perustuva hankintapäätös.

7.3 Työn arviointi

Työlle asetettiin useita tavoitteita, joista ensimmäinen oli eurooppalaisten, ratakapasiteetin jakamiseen ja ratakapasiteettihakemusten yhteensovittamiseen soveltuvien valmisohjelmistojen tunnistaminen. Työn keskeinen tavoite oli arvioida, miten hyvin nämä ohjelmistot soveltuvat Suomeen ja antaa suosituksia jatkotoimenpiteiksi. Työn kolmantena tavoitteena oli arvioida, mitä lainsäädännössä määritelty ratakapasiteetin jakamis- ja yhteensovittamisprosessi merkitsee tietojärjestelmien kannalta. Tutkimuksen kaikkiin tavoitteisiin pystyttiin vastaamaan työn aikana. Työssä onnistuttiin siten hyvin.

Työn aikana jouduttiin kuitenkin toteamaan, ettei työn tulosten perusteella voida tehdä lopullista päätöstä hankittavasta järjestelmästä. Tämä johtuu kahdentyyppisistä tekijöistä. Ensinnäkin julkisen sektorin hankintoihin liittyvä lainsäädäntö edellyttää usein tarjouskilpailun järjestämistä ja kaikkien arviointikriteerien julkistamista. Toiseksi tietoa kestävän järjestelmähankinnan tekemiseksi ei saatu tämän työn aikana riittävästi, vaan RHK:ssa on hankittava lisää käyttökokemuksia eri järjestelmistä. Lisäksi on otettava huomioon, että ohjelmistoalan nopean kehityksen vuoksi työn tulokset ovat voimassa ainoastaan työssä käytetyillä kriteereillä ja järjestelmien arviointihetkellä. Työ on kuitenkin vastannut RHK:n asettamiin tavoitteisiin tuomalla esiin lisätietoa joukosta tietojärjestelmiä ja siten pienentänyt jatkossa tarkasteltavien järjestelmien joukon kolmeen järjestelmään.

Työn aikana on ollut yllättävää havaita, kuinka usein rautatiealan ohjelmistotoimittajien kotipaikka on saksankielisessä Keski-Euroopassa. Tämä samoin kuin joidenkin järjestelmätoimittajien yliopistotausta johtunee siitä, että saksankielisellä alueella rautatietekniikkaa opetetaan varsin monissa yliopistoissa. Vähintään yhtä yllättävää on ollut se, miten vähän rautatiealan ohjelmistotoimittajat ovat selvillä EU-lainsäädännön kehityksestä ja toteuttaneet ohjelmistoihinsa rataverkon haltijan ja rautatieyritysten välistä jakoa tukevaa toiminnallisuutta. Jos järjestelmätoimittaja olisi valittu pelkästään tällä perusteella, hyviä ehdokkaita olisi ollut vain kaksi: ROMAN ja TrainPlan. Toisaalta työssä käytettyjen arviointikehikkojenkin avulla saatiin lähes sama tulos, mutta perustellummalla tavalla.

7.4 Jatkotutkimusaiheita

Jatkotutkimusaiheiksi esitetään työssä kuvatun tietojärjestelmähankkeen jatkamisen lisäksi seuraavia teemoja. Ensimmäinen jatkotutkimusaihe on RHK:ssa ja sen tietojärjestelmä- ja toimintaprosesseissa käytettävän yhteisen käsitteistön määrittely (data dictionary). Yhteinen käsitteistö helpottaa RHK:n sisäistä sekä RHK:n ja ulkopuolisten toimijoiden välistä viestintää ja sujuvoittaa RHK:n tietojärjestelmähankkeita. Työssä voidaan käyttää apuna VRO:n ERP-projektin yhteydessä tehtyä käsittemäärittelyä.

Toiseksi jatkotutkimusaiheeksi esitetään tarkempaa selvitystyötä RHK:n liikennejärjestelmäosastoon liittyvien tietojärjestelmien kokonaiskuvasta. Työhön kuuluvia elementtejä ovat tämän työn aikana aloitetun liikennetietokantaselvitystyön jatkaminen sekä ratakapasiteetin hallintajärjestelmän yhdistäminen liikenteenohjauksen kauko-ohjausjärjestelmiin.

Kolmas jatkotutkimusaihe on selvittää, millaisia vaatimuksia kansainvälinen liikenne asettaa tulevaisuudessa tietojärjestelmille esimerkiksi Venäjän ja ETA-maiden välisen liikenteen mahdollisesti lisääntyessä. Tähän liittyy kansainvälisten standardien kuten TAF-TSI:n vaikutusten arviointi ja RNE:n PathFinder -työkalun käyttö ja tulevaisuus kansainvälisissä ratakapasiteettihakemuksissa.

Jatkotutkimusaiheeksi esitetään myös sellaisen prosessin määrittelyä, jolla voidaan simuloida ratakapasiteetin hallintajärjestelmän antaman jakoehdotuksen toimintaa. Tässä yhteydessä voidaan tarvita erillistä simulointiohjelmistoa, jos ratakapasiteetin jakamiseen ja ratakapasiteettihakemusten yhteensovittamiseen käytettävässä ohjelmistossa ei ole simulointitoiminnallisuutta. Simuloinnin yhteydessä tulee voida syöttää mm. turvalaite- ja kauko-ohjausjärjestelmistä johtuvat viiveet. Simulaatiotestaus tulee tehdä siksi, ettei ehdotusta tarvitse testata vasta tosielämässä oikeilla junilla.

Tärkeä jatkotutkimusaihe on määrittää ratakapasiteetin jakamiseen ja yhteensovittamiseen liittyvät työprosessit yksityiskohtaisesti. On tiedettävä, miten toimitaan käytännössä, kun RHK:ssa on näitä tehtäviä varten liikennesuunnittelijoita.

Kaiken kaikkiaan tämän työn voidaan todeta vastanneen sille asetettuihin tavoitteisiin hyvin ja sen asettamalta pohjalta on ratakapasiteetin jakamisen hallinnollista sekä tietojärjestelmiin liittyvää työtä hyvä viedä eteenpäin.

LÄHTEET

Kirjallisuus

- Bannister, Frank. 2004. Purchasing and financial management of information technology. Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford. 371 p.
- Blomqvist, Kirsimarja. 2002. Partnering in the Dynamic Environment: The role of Trust in Asymmetric Technology Partnership Formation. Acta Universitatis Lappeenrantaensis 122. 296 p.
- Clapp, J.A. Taub, A.E. 1998. A Management Guide to Software Maintenance in COTS-Based Systems.
http://www.mitre.org/work/tech_papers/tech_papers_98/mgt_guide_sftwrmaint/ , 2005-02-11
- Curchod, A. Lucchini, L. 2001. Computer-aided system for the analysis of railway network capacity: CAPRES - General Description of the Model.
http://www.capres.ch/capres/capres_description_english.pdf, 2005-03-09
- Eisenhardt, Kathleen. 1989. Building Theories from Case Study Research. Academy of Management Review, Vol.14, No.4, pp. 532-550
- Eronen, Teuvo. 2005a. Ratahallintokeskuksen IT-strategia, RHK:n sisäinen muistio. 2005-02-01.
- Eronen, Teuvo. 2005c. RHK:n palveluarkkitehtuuri -kalvosarja. 2005-06-08
- Eskola, J. Suoranta, J. 1998. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Vastapaino. 268 p.
- Haikala, I. Märijärvi, J. 2004. Ohjelmistotuotanto. Talentum. 440 s.
- Hamel, G. Prahalad, C.K. 1990. The Core Competence of the Corporation. Harvard Business Review, Vol. 68, No. 3, pp. 79-93.
- Järvinen, P. Järvinen, A. 2000. Tutkimustyön metodeista. Opinpajan kirja, Tampere.
- Järvinen, P. Järvinen, A. 2004. Tutkimustyön metodeista. Opinpajan kirja, Tampere.
- Kaas, A. H. 1998. Fokus på tiltag, som kan fremme jernbanesystemernes kapacitet. Nordisk Järnbane Tidskrift, 1998:5, s. 16-17
- Kaas, A.H. Goossman, R. 2004. Implementation of the Timetable Planning System STRAX/TPS in Denmark. Teoksessa Allan, J. Brebbia, C.A. Hill, R. J. Sciutto, G. Sone, S. (Editors). 2004.Computers in Railways. WIT Press. ISBN 1-85312-715-9
- Kangas, Antero. 1995. Rautatieaikataulujen piirtämisen automatisointi. Diplomityö, TTKK, Ohjelmistotekniikan laitos.

- Keinonen, Turkka. 1998. Vuorovaikutteisen tuotteen käytettävyys.
<http://www2.uiah.fi/projects/metodi/058.htm>, 2005-08-12. Lyhennelmä Taideteollisen Korkeakoulun julkaisusta A21 ”One-dimensional usability - influence of usability on consumers' product preference”, Helsinki 1998; laatinut Pentti Routio.
- Kettunen, Sami. 2002. Tietojärjestelmän ostaminen – käytännön opas yrityksille. Ekonomia-sarja, WSOY. 191 s.
- Klein, G. Beck, P.O. 1987. A Decision Aid For Selecting Among Information System Alternatives. MIS Quarterly / June 1987, pp. 176-185.
- LVM. 2004b. Rautatieviranomaisen perustaminen. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 27/2004. 57 s.
- Lerner, J. Tirole, J. 2000. Some Simple Economics of Open Source.
http://opensource.mit.edu/online_papers.php, 2005-08-10
- Matzke, Dirk. 2005. SIMONE – Simulation of Route Slots and Train Itineraries in Rail Networks. http://www.first.fraunhofer.de/owx_1_633_2_2_0_0000000000000000.html, 2005-09-08
- McHugh, Peter. 1999. Making It Big in Software: A Guide to Success for Software Vendors with Growth Ambitions. Rubic Publishing. 200 p.
- Meyers, B.C., Oberndorf, P. 2001. Managing Software Acquisition - Open Systems and COTS Products. SEI Series in Software Engineering, Addison-Wesley. 360 p.
- Mäkitalo, Miika. 2000. Ratakapasiteetin perusteet. Ratahallintokeskuksen julkaisuja A 9/2000. ISBN 952-445-039-9
- Mäkitalo, Miika. 2001. Vakioaikataulu junaliikenteen ja rautatieinfrastruktuurin kehittämiseksi. Ratahallintokeskuksen julkaisuja A 9/2001. ISBN 952-445-056-9
- Mäkitalo, Miika. 2003. Aikataulu ja ratakapasiteetti - mitä eroa? Rautatietekniikka 3/2003, s. 38
- Mäkitalo, M. Paasikivi, J. Mäkilä, M. 2004. Ratakapasiteetin jakamisen vaatimukset ja liikenteen suunnittelun nykytila. Ratahallintokeskuksen julkaisuja A 7/2004. ISBN 952-445-105-0.
- Nyby, Marko. 2002a. 2920400 Yrityksen tietojärjestelmät –kurssin luentokalvot, TTKK, syksy 2002.
- Nyby, Marko. 2002b. Economically and technically viable management of COTS and OSS components. VTT Electronics/Project Minttu, Work Package 3. 57 p.
- Nyby, Marko. 2004. Partnership Approaches in Developing Software with Components - Case GISnet Solutions Finland Oy. Master's thesis, Helsinki School of Economics, Department of Management.

- Pellandini, Gabriele. 2001. Infrastructure -> Traffic: Timetable and coordination as central elements. VR Osakeyhtiö, julkaisematon raportti.
- Pentikäinen, Petri. 2005. Liikennevaliokunta ei vapauttaisi henkilöliikennettä. Suomenmaa, 2005-07-07.
- Rajala, R. Rossi, M. Tuunainen, V.K. Korri, S. 2001. Software Business Models - A Framework for Analyzing Software Industry. Tekes Technology Review 108/2001.
- Reitmaa, I. Vanhala, J. Kauttu, A. Antila, M. 1995. Virtuaaliympäristöt - kuvan sisälle vievät tekniikat. TEKES-julkaisu 45/95, Helsinki 1995.
- RHK. 2004a. Verkkoselostus 2006. Ratahallintokeskuksen julkaisuja F 1/2004. ISBN 952-445-109-3.
- RHK. 2005c. RHK:n työjärjestys, päivätty 2005-05-31. Julkaisematon lähde, käytetty 2005-08-22
- Ruohonen, M.J. Salmela, H. 1999. Yrityksen tietohallinto. Edita. 218 s.
- Shapiro, C. Varian, H.R. 1998. Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy. Harvard Business School Press. 352 p.
- Ståhle, P. Laento, K. 2000. Strateginen kumppanuus - avain uudistumiskykyyn ja ylivoimaan. WSOY, Ekonomia-sarja. 165 p.
- Sääksjärvi, Markku. 1998. HKKK / 37D230 Tietohallinnon strateginen johtaminen, luentokalvot.
- Teece, D. Pisano, G. 1994. The Dynamic Capabilities of Firms: an Introduction. Industrial and Corporate Change, Vol.3, No. 3., pp. 537-556.
- TTL. 2002. Tietojärjestelmän hankinta – ohjelmistotoimittajan ja -ratkaisun valinta. Talentum. 115 s.
- TTL. 2004. ATK-Sanakirja, Tietotekniikan liitto ry:n sanastotoimikunta. Talentum. 720 s.
- Turban, E. McLean, E. Wetherbe, J. Bolloju, N. Davison, R. 2001. Information Technology for Management - Transforming Business in the Digital Economy. John Wiley & Sons. 771 p.

Internet-lähteet

- AEIF. 2005. AEIF - European Association for Railway Interoperability. <http://www.aeif.org/>, 2005-09-16
- Anderson, S.D. 1998. Multimedia Dictionary. <http://www.jmu.edu/media-arts/anderson/old/4683/definiti.html>, 2005-08-12

- Anon. 2002. Windows XP - Guidelines for Applications.
<http://www.microsoft.com/whdc/hwdev/windowsxp/downloads/default.msp>, 2005-05-25
- Anon. 2004. Computer-Aided Train-Path Management - Compilation (RUT-K) for timetabling on large networks. RUT-K -järjestelmän esite, 2 s.
- Anon. 2005a. Implementation - definition.
http://searchcrm.techtarget.com/sDefinition/0,,sid11_gci851347,00.html, 2005-08-24
- Anon. 2005b. Functionality - definition.
http://searchwebservices.techtarget.com/sDefinition/0,,sid26_gci335477,00.html, 2005-08-05
- Anon. 2005c. Welcome to the railML.org Initiative.
<http://www.railml.org/en/index.html>, 2005-05-21
- Anon. 2005d. Free Software Definition. <http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.html>, 2005-08-10
- Anon. 2005e. The GNU Operating System. <http://www.gnu.org/home.html>, 2005-08-16
- Anon. 2005f. Fahrplan der Deutschen Bahn: Hochwertige Trassenkonstruktion mit RUT-K.
http://www.db.de/site/bahn/de/unternehmen/presse/themendienst/rut__k.html, 2005-07-28
- Anon. 2005g. Die Bahn - Startseite Reiseportal. <http://www.bahn.de/>, 2005-08-26
- Anon. 2005h. DB Systems - Startseite. <http://dbsystems.bahn.de/>, 2005-08-26
- Anon. 2005i. HaCon – Software. http://www.hacon.de/hacon_e/produkte.shtml, 2005-08-30
- Anon. 2005j. RailSys - System Components.
<http://www.rmcon.de/englisch/sysbau.html>, 2005-08-30
- Anon. 2005k. Siemens / ROMAN. <http://w2.siemens.at/roman>, 2005-06-21
- Anon. 2005l. Siemens / ROMAN ROute MANagement. Järjestelmän yleisesite, saatavana 2005-06-02.
- Anon. 2005m. Alcatel 6613 NetTrac Advanced Railway Management and Information System (ARAMIS).
<http://www.alcatel.com/products/productssummary.jhtml?relativePath=/com/en/appxml/opgproduct/alcatel6613nettracadvancedrailwaymanagementandinformationsystemaramistcm228119581635.jhtml>, 2005-09-05.
- Anon. 2005n. CAPRES – Planning-aid software to analyze network capacity.
http://www.capres.ch/capres/capres_english.htm, 2005-08-28

- Anon. 2005o. MultiModal / Track Authorities.
http://www.multimodalinc.com/track_authorities.htm, 2005-05-24
- Anon. 2005p. STRATEC – Index. <http://www.stratec.be/>, 2005-03-07
- Anon. 2005q. TranSoft / Current Projects.
http://www.transoft.ro/en_proiecte/index.html, 2005-05-25
- DoE Tasmania. 2005. Department of Education - Corporate Style.
<http://www.education.tas.gov.au/deis/corpstyle/default.htm>, 2005-05-22
- EU. 2001a. Valkoinen kirja "Eurooppalainen liikennepolitiikka vuoteen 2010: valintojen aika"; koko dokumentti.
http://europa.eu.int/comm/energy_transport/fi/lb_fi.html, 2005-02-11
- EU. 2001b. Valkoinen kirja: eurooppalainen liikennepolitiikka vuoteen 2010; tiivistelmä. <http://europa.eu.int/scadplus/leg/fi/lvb/l24007.htm>, 2005-04-26
- EU. 2005. Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council on public passenger transport services by rail and by road.
http://europa.eu.int/comm/transport/rail/passenger/doc/com_2005_0319_en.pdf, 2005-08-22
- Hecker, Frank. 2000. Setting Up Shop: The Business of Open-Source Software.
<http://www.hecker.org/writings/setting-up-shop.html>, 2005-02-15
- KTM. 2004. Julkisten hankintojen kilpailuttamiseen lisää joustavuutta.
<http://www.ktm.fi/index.phtml?c=www&l=fi&s=102>, 2005-08-17
- L 1505/1992. Laki julkisista hankinnoista 23.12.1992/1505.
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1992/19921505>, 2005-08-17
- L 198/2003. Rautatielaki 7.3.2003/198.
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2003/20030198>, 2005-02-16
- LVM. 2004a. Rautatieliikenne.
<http://www.mintc.fi/scripts/cgiip.exe/WSservice%253Dlvm/cm/pub/showdoc.p?docid=2033&menuid=119>, 2005-03-09
- Pulkkinen, Mirja. 2005. The Enterprise Architecture Concept.
<http://haddock.titu.jyu.fi/larkkidata/eadefinition.html>, 2005-08-12
- RailML. 2005. Welcome to the railML.org Initiative.
<http://www.railml.org/en/index.html>, 2005-02-17
- RHK. 2004b. Ratahallintokeskuksen toiminta-ajatus.
<http://www.rhk.fi/toiminta/toiminta.html>, 2005-03-09
- RHK. 2005a. Kolme uutta toimijaa rataverkon kunnossapitoon. Lehdistötiedote 27.6.2005. http://www.rhk.fi/tiedotteet/2005/tiedote_27_6_05.html, 2005-07-13

- RHK. 2005b. Rataverkko. Tietoja Suomen rautateistä 31.12.2004.
<http://www.rhk.fi/rata/rata.html>, 2005-07-28
- RHK. 2005d. Junaturvallisuussäntö. Voimassa alkaen 5.6.2005.
http://www.rhk.fi/maaraykset/jt/jt/Jt_2005.html 2005-09-30.
- Robertson, James. 2004. Train Scheduling with Smalltalk.
<http://www.cincomsmalltalk.com/blog/blogView?showComments=true&entry=3272172653>, 2005-02-17
- Shaffer, G., McPherson, G. 2002. COTS Risk Mitigation Guide: Practical Methods For Effective COTS Acquisition and Life Cycle Support.
<http://www.faa.gov/aua/resources/COTS/Guide/crmg070102.pdf>, 2005-02-24
- Stallybrass, M. Albrecht, R. 2005. Vossloh TrainPlan -järjestelmän esittelyt RHK:ssa 2005-03-01 ja VR Osakeyhtiössä 2005-03-02.
- VM. 2000. Hallinnon kehittäminen - Tietohallinto. Tietoturvasanasto.
<http://www.vm.fi/tietoturvasanasto/sisallys.htm>, 2005-07-14.
- Verkamo, Inkeri. 2004. Ohjelmiston laatuun ja mittaamiseen liittyviä gradunaiheita.
http://www.cs.helsinki.fi/u/verkamo/ot/aiheita_swpr.html, 2005-08-10
- Vossloh. 2005a. Vossloh Information Technologies – About us. <http://www.vst-vossloh.com/eng/unternehmen.htm>, 2005-03-09
- Vossloh. 2005b. References Vossloh Information Technologies. <http://www.vst-vossloh.com/eng/referenzen.htm>, 2005-03-09
- VR Cargo. 2005. VR Cargo - lisäarvoa yrityksen kuljetuksiin.
<http://www.vr.fi/fincargo/index.html>, 2005-07-11
- VR Osakeyhtiö. 2005. VR Osakeyhtiö.
<http://www.vr.fi/yhtyma/vroy/fs2.html>, 2005-07-11

Haastattelut

- Eronen, Teuvo. 2005b. Haastattelu RHK:ssa 2005-03-10.
- Halinen, Auri. Haastattelu RHK:ssa 2005-08-31.
- Malmisalo, K. Perttula, O. 2005. Haastattelu VR Osakeyhtiössä 2005-08-11
- Mäkitalo, Miika. 2005a. Haastattelu RHK:ssa 2005-02-09.
- Mäkitalo, Miika. 2005b. Haastattelu RHK:ssa 2005-06-29.
- Natunen, Mikko. 2005a. Haastattelu RHK:ssa 2005-07-12.

Paasikivi, Jari. 2005a. Haastattelu VR Osakeyhtiössä 2005-02-28.

Paasikivi, Jari. 2005b. Haastattelu VR Osakeyhtiössä 2005-08-18.

Pyy, Markku. 2005. Haastattelu RHK:ssa 2005-08-19.

Raaska, Tapio. 2005a. Haastattelu RHK:ssa 2005-04-25.

Raaska, Tapio. 2005b. Haastattelu RHK:ssa 2005-08-23.

Salonen, Jukka. 2005. Haastattelu RHK:ssa 2005-08-18.

Turunen, Kimmo. Haastattelu RHK:ssa 2005-08-24.

Vuorenalusta, J. Laiho, K. Haastattelu VR Osakeyhtiössä 2005-08-26.

Muu lähdemateriaali

Hoch, D.J. Roeding, C.C. Purkert, G. Lindner, S.K. 1999. Secrets of Software Success: Management Insights from 100 Software Firms Around the World. Harvard Business School Press. 329 p.

Meredith, J.R., Mantel, S.J. Jr. 1995. Project Management. A Managerial Approach. John Wiley & Sons Ltd.

Nyby, Marko. 2005. DB Systems / RUT-K -arviointidokumentti. Julkaisematon muistio. Ratahallintokeskus, Liikennejärjestelmäosasto.

Nyby, Marko. 2005. HaCon / TPS (STRAX)-arviointidokumentti. Julkaisematon muistio. Ratahallintokeskus, Liikennejärjestelmäosasto.

Nyby, Marko. 2005. iRFP / FBS -arviointidokumentti. Julkaisematon muistio. Ratahallintokeskus, Liikennejärjestelmäosasto.

Nyby, Marko. 2005. RMCon / RailSys -arviointidokumentti. Julkaisematon muistio. Ratahallintokeskus, Liikennejärjestelmäosasto.

Nyby, Marko. 2005. Siemens / ROMAN -arviointidokumentti. Julkaisematon muistio. Ratahallintokeskus, Liikennejärjestelmäosasto.

Nyby, Marko. 2005. SMA / Viriato -arviointidokumentti. Julkaisematon muistio. Ratahallintokeskus, Liikennejärjestelmäosasto.

Nyby, Marko. 2005. Vossloh / TrainPlan -arviointidokumentti. Julkaisematon muistio. Ratahallintokeskus, Liikennejärjestelmäosasto.

TranSoft Railway Traffic Management Solutions. Esitemateriaali, elokuu 2002. 42 s.

LIITTEET (4 kpl)

Liite 1: Eurooppalaisille ratahallinnoille lähetetty kysely- kaavake

Dear Sir,

Finnish Rail Administration (RHK) is currently examining IT systems for timetable planning and capacity management. We would like to know, which information system(s) you are using for these purposes and how do you feel about this system.

So, could you kindly answer to these three short questions:

1. Which software(s) do you currently use for timetable planning and/or capacity allocation? Could you also indicate if the software is used for long-term planning or in short-term planning? Please mark an X to the corresponding box in the following table.

Software	Long-term	Short-term
SMA Viriato		
Vossloh TrainPlan		
iRFP FPS		
Hacon TPS/STRAX		
MultiModal Passenger Edition		
DB Systems RUT-K		
another software package, which one? _____		
software made in-the-house		
no software, but we are about to buy one		
no software, all work is and will be done manually		

2. Do you have any piece of software, which supports an electronic process for applying and allocating the track capacity? If you do, who has developed it and what is it called?
3. How do you feel about the benefits and drawbacks of the software you are using?

Looking forward to hearing from you.

Best regards,
Marko Nyby

Liite 2: Järjestelmämuistioita laadittaessa käytetty dokumentti

RKHJ-peruskysymysdokumentti

Versio	Pvm	Muokkaaaja	Muutos
0.86	2005-05-02	MNy	Pari kysymystä grafiikoista
0.85	2005-04-26	MNy	Kunnossapito- ja muu toiminnallisuus -osiot lisätty; otsikoita parannettu
0.8	2005-04-18	MNy	Täsmennyksiä
0.78	2005-04-07	MNy	Sisällysluettelo Vossloh-dokumentin mukainen; lisätty asiaa Bannisterista
0.75	2005-03-07	MNy	lisätty ratakapasiteettiin liittyviä kysymyksiä lukuun 1
0.72	2005-03-01	MNy	lisäyksiä etenkin lukuun 3
0.68	2005-02-28	JPa & MNy	joitakin lisäyksiä
0.65	2005-02-25	MNa & MNy	etusivu, joitakin lisäyksiä
0.6	2005-02-25	MNy	ensimmäinen vedos

Kysymyslistan tarkoitus on yhteismitallistaa tietojärjestelmien arviointia. Esitetyt ominaisuudet eivät ole vielä priorisoituja ja voi olla, ettei yksi järjestelmä tarjoa kaikkea tarpeellista toiminnallisuutta, jolloin rajapintojen ja järjestelmäintegraation merkitys korostuu. Dokumentti perustuu RHK:ssa ja VRO:ssa käytyihin keskusteluihin, eri järjestelmien havaittuihin ominaisuuksiin, kirjoihin ja artikkeleihin kuten (Clapp & Taub 1998) ja (Bannister 2004).

1. Yritysesittely; perustiedot järjestelmästä

- Miten vanha yritys on ja miten se on syntynyt? Onko yritys osa jotain isompaa konsernia?
- Tämänhetkinen liikevaihto, henkilöstö ja kuinka suuri osa yrityksen henkilöstöstä tekee työtä juuri tämän järjestelmän parissa?
- Onko *yrityksellä* referenssejä myös kotimaansa ulkopuolelta? (vrt. kohta 4.1, jossa samaa kysytään järjestelmän osalta)
- Mitkä ovat järjestelmän keskeisiä ominaisuuksia; siis: mihin tarkoituksiin järjestelmä on alunperin rakennettu?

2. <Järjestelmän> esittely

2.1 Järjestelmän moduulit

- Minkä nimisiä järjestelmän keskeiset osat (basic modules) ovat, mitä toimintoja ne tarjoavat ja minkä ikäisiä ne ovat?
- Mitä toiminnallisuutta järjestelmän lisäosat (add-on modules) tarjoavat? Minkä nimisiä ja miten vanhoja ne ovat?
- Voidaanko järjestelmän osia käyttää myös itsenäisesti; siis: mitkä osat ovat pakollisia järjestelmän toiminnan kannalta?

III

- Voidaanko kolmannen osapuolen ohjelmistoja käyttää korvaamaan tiettyjä järjestelmän osia ja miten järjestelmätoimittaja tällaiseen suhtautuu?

2.2 Järjestelmän tekniikasta ja arkkitehtuurista

- Mille alustalle (platform) ohjelmisto on rakennettu?
 - järjestelmän on hyvä olla tietokantapohjainen; kysytään siis, onko kyseessä Oracle- tai muulla palvelimella sijaitseva tietokanta vai yksittäisessä, esim. Windows-työasemassa ajettava ohjelmisto
- Onko järjestelmäarkkitehtuuri kaksi- vai kolmetasoinen eli onko työasemien ja tietokantapalvelimen välissä sovelluspalvelintaso vai ei?
 - lisäksi: onko eri tasoilla eri ohjelmistotoimittajien (esim. Microsoft, Oracle) tuotteita, jotka pitää saada toimimaan yhteen?
- Onko järjestelmän arkkitehtuurista olemassa graafista esitystä?
- Mitkä yritykset ovat järjestelmän keskeisiä laitteisto- ja ohjelmistotoimittajia?
 - Täytyykö näidenkin lisenssit ostaa vai kuuluvatko ne pakettiin?
- Millaisia vaatimuksia ohjelmisto asettaa syötettävälle datalle?
 - mitä ohjelmisto-, tietokanta- ja tiedonsiirto-rajapintoja järjestelmä tukee?
 - jos valmista rajapintaa ei ole, tarjoaako toimittaja rajapinnan rakennuspalvelua ja mihin hintaan?
 - vaatiiko järjestelmä, että sen käyttämät tiedot ovat valmiiksi jossain toisessa tietokannassa (esim. AIKS tai vast.), voiko järjestelmässä ylläpidettävään tietokantaan syöttää tietoa suoraan vai näiden kahden kombinaatio (esim. yksittäiset junat)?
 - pitääkö datan olla järjestelmän omassa tietokannassa vai voidaanko dataa käyttää jostain toisesta kannasta rajapinnan yli? Hidastaako se käytännön toimintaa?
- Millaisia vaatimuksia ohjelmisto asettaa tietokantojen sijainnille ja ylläpidolle?
 - esim. voivatko tietokannat (aluksi) sijaita eri organisaatiossa ⇔ tiedonsiirto esim. extranetissä tai suljetussa verkossa
 - voidaanko tietokanta siirtää helposti esim. VR:stä ulkopuoliselle palveluntarjoajalle
- Saadaanko järjestelmän tiedoista eri käyttäjille erilaisia näkymiä ja erilaisin käyttöoikeuksin?
 - esim. RHK, liikenteenohjaus, liikennöitsijän eri yksiköt, suunnittelutoimistot ja urakoitsijat, muu junaliikenteeseen liittyvä viranomainen (esim. LVM)...
- Rajapinnat:
 - tietovirrat: infran omistaja (IM) ⇔ liikennöitsijä (RU) ⇔ liikenteenohjaus; onko toimijoiden välille valmiit rajapinnat; erityisesti kapasiteetin jako/hallinta ⇔ liikenteenohjaus?
 - TAF-TSI: mitä junan ominaisuuksia aikatauluviivaan (yksittäinen juna, jonka ominaisuuksia voidaan muuttaa päivittäin; vrt. kapasiteettiviiva, jota haetaan aikataulukaudelle) liitetään?
 - ratatietokanta?
 - myös: miten tarkasti ratatieto saadaan järjestelmään esim. monimutkaisten ratapihojen osalta? Mitä tietoa RHK näkee ratapihan käytöstä?

3. Järjestelmän käyttö ja toiminnot yksityiskohtaisemmin

3.1 <Järjestelmän> yleisiä piirteitä ja ominaisuuksia

- Mitkä ovat järjestelmän yleisiä toiminta-ajatuksia; esim. miten tarkkaan rataverkko tulee mallintaa, onko ajoajan laskenta dynaaminen vai staattinen...
- Mihin käyttöön järjestelmä on aikanaan suunniteltu ja millaisille asiakkaille?
- Miten selkeästi relevantit asiat on esitetty graafisesti?
- Miten helposti järjestelmällä pystyy tekemään yleisimmät toiminnot kuten:

- o ratakapasiteettihakemuksen syöttö
 - o uuden junan syöttö
- Onko järjestelmässä helppoa ”undo” –toimintoa, jolla voidaan kokeilla muutosten vaikutusta ennen niiden tallentamista varsinaiseen tietokantaan?

3.2 Ratakapasiteetin hakemiseen liittyviä ominaisuuksia

- Mikä järjestelmän osa tarjoaa ratakapasiteetin jakamiseen ja sähköiseen hakuprosessiin liittyviä toimintoja? Pystyykö osa ilmoittamaan hakemusten väliset konfliktit? Miten järjestelmään syötettyjen hakemuksia muutetaan?
- Pystyykö kapasiteetinhallintaa tarjoava osa käsittelemään myös ad hoc-hakemuksia? Miten reaaliaikaista kapasiteetinhallintaa on eli pystyykö järjestelmä hyväksymään ad hoc -hakemukset heti, jolloin järjestelmää voidaan käyttää myös liikenteenohjauksessa?
- Onko järjestelmätoimittajalle selvää, että IM:n tulee nähdä kaikki juniin liittyvät tiedot ja liikennöitsijöiden toistensa junista vain tietyt tiedot?
- Onnistuuko yksittäisten junien kapasiteettivaruksen peruminen helposti?

3.3 Ratatöihin ja niiden suunnitteluun liittyviä ominaisuuksia

- Näkyvätkö ratatyöt ja niiden varaama ratakapasiteetti graafisessa aikataulussa?
- Saadaanko järjestelmästä tietoa myös urakoitsijoille sekä konsulttitoimistoille joko tarjoamalla suora näkymä järjestelmään tai rajapinta?
 - o Kysymyksen pointti: näilläkin toimijoilla olisi hyvä olla kapasiteetin käyttötiedot → toimijat voivat nähdä rataosan liikennetilanteen ja mahdolliset työraot suoraan järjestelmästä → tiedon laadun parantuminen, kokonaisprosessin nopeutuminen, kustannussäästöjä

3.4 Rataverkon mallintamiseen ja simulointiin liittyviä ominaisuuksia

- Pystytäänkö järjestelmällä tekemään herkkyyksianalyysiä ja simulointia?
 - o herkkyyksianalyysi = tässä yhteydessä esim. junan aikatauluviivan siirto viidellä minuutilla → järjestelmä tekee tarvittavat korjaukset muihin juniin. Myös muut vastaavat vähäisenolaiset muutokset, joilla voi kuitenkin olla merkittäviä vaikutuksia
 - o simulointi = tässä yhteydessä monipuolisemmat, esim. useaan junaan kohdistuvat muutokset
- Onko mahdollisuutta tehdä ”karkean tason suunnittelua” suunnilleen vetelemällä aikatauluviivoja, vaikka infradata olisi hyvinkin puutteellista?
 - o ”karkealla tasolla” mielellään myös mahdollisuus tarkastella ratatiedon muutoksia alueittain (vrt. heijastusvaikutus esim. pitkien suojastusvälien, tavara- ja henkilöliikenteen yhteensovittamisen jne. takia) → vaihtoehtotarkastelua tulevaisuuteen esim. inframuutosten osalta!
 - o Myös RHK:lle mahdollisuus suunnitella aikatauluviivoja karkeasti, että RHK:ssa nähdään, mitä operaattoritkin hakevat?
- Mahdollistaako ohjelma tulevaisuuteen liittyvän datan syötön?
 - o esim. ”2007-01-01 rataosan x-y Sn muuttuu 140 → 160 km/h” → ohjelmisto päivittää muutoksen itse kyseisenä päivänä ja sen mukaan voi hakea ratakapasiteettia
 - o saadaanko ratatyövaraukset näkymään jo kapasiteettia haettaessa?
 - o miten täydellinen tieto uudesta radasta vaaditaan kapasiteetin käytön suunnittelussa ja voisiko järjestelmä toimia jopa investointipäätösten apuna; siis: mihin rataosiin kannattaa investoida?
- tukeeko järjestelmä useita infrastruktuuri- ja aikatauluversioita?
- Ratapihojen syöttäminen ja näkyminen järjestelmässä?

3.5 Aikatauluihin ja niiden suunnitteluun liittyviä ominaisuuksia

- Miten helppoa (graafisen) aikataulun laatiminen ja sen muuttaminen vaikuttaa olevan?
- Saadaanko järjestelmästä helposti myös yleisö- ja kuljettaja-aikataulu?
- Onko järjestelmässä toiminnallisuutta konfliktien tutkimiseen ja niistä varoittamiseen? Onko se osana jotain perusmoduulia vai vaaditaanko tähän joku lisäosa?

3.6 Liikennepaikkoihin liittyviä ominaisuuksia

- Miten tarkasti liikennepaikat tulee mallintaa ja miten helposti liikennepaikkaan voidaan lisätä tietoa?
- Miten liikennepaikan lisääminen tai poistaminen tietyltä rataosalta onnistuu ja miten helppoa yksittäisen liikennepaikan tietojen muuttaminen on?

3.7 Juniin ja vetokalustoon liittyviä ominaisuuksia

- Millaisia lajittelu- ja suodatustoimintoja järjestelmä tarjoaa junatietojen suhteen?
- Voiko kahta junaa samalla numerolla verrata esim. eri päivinä?
- Onko vetokalustotieto syötetty järjestelmään?
- Pitääkö järjestelmä kirjata vetokaluston kierrosta ja tarjoaako se välineitä kalustokierron optimointiin? Entäs henkilökunnan sijoitukset?

3.8 Käytöstä ja käyttöliittymästä

- Millainen ”look-and-feel” ohjelmasta syntyi? Tarjosiko esittelijä mahdollisuuden kokeilla järjestelmää itse?
- Miten helposti erilaisia näkymiä järjestelmän tarjoamiin tietoihin voidaan laatia? Miten helposti olemassaolevia näkymiä voidaan muuttaa?
- Onko ohjelmisto lokalisoitavissa?
 - esim. kieli, kansallinen veto- ja vaunukalusto ...
- Onko tiedon esitysmuoto muutettavissa?
 - esim. graafisen aikataulun akselien kääntäminen

3.9 Muu toiminnallisuus

- Mitä muuta, tässä dokumentissa erikseen käsittelemätöntä toiminnallisuutta järjestelmässä tai sen yhteydessä myytävissä, mahdollisesti kolmannen osapuolen moduuleissa on?

4. Järjestelmän lisenssit, kehitystyö ja mahdolliset riskit

4.1 Järjestelmän lisenssi- yms. kysymykset

- Millaisia lisenssejä toimittaja tarjoaa? Voidaanko lisenssiehdoista neuvotella?
- Tarjotaanko ohjelmistoa valmisohjelmistona vai räätälöitävänä ohjelmistona? Millaista räätälöintipalvelua järjestelmätoimittaja tarjoaa ja mihin hintaan?
- Tarjoaako toimittaja tiedonsiirtopalvelua VR:n ja RHK:n manuaalisista ja tietoteknisistä kannoista? Mitä se maksaa (esim. per tunti tai muu yksikkö)? → saadaa vertailutietoa esim. Mipron tai muun kotimaisen toimittajan tekemään työhön.
- Referenssejä:
 - IM- ja RU-asiakkaat?

VI

- asennettujen järjestelmien laajuus (esim. palvelinten ja työasemien määrä)?
- käyttöönottoprosessissa havaittuja yleisimpiä ongelmia?
- Tukipalvelut, muutostilanteet:
 - mitä asioita / muutoksia järjestelmään pystyy tekemään itse ja missä joudutaan turvautumaan järjestelmätoimittajaan?
 - järjestelmän jatkokehitys ja miten paljon näistä joudutaan maksamaan per vuosi tai per versio?
 - kuinka usein ohjelmistoihin on tulossa päivityksiä? Millaisia ongelmia asiakkaat ovat havainneet päivitysten yhteydessä?
 - antaako toimittaja yksityiskohtaisempaa tietoa esim. käytetyistä tietomuodoista ja rajapinnoista, jos vaikka halutaan integroida järjestelmään toisen toimittajan toiminnallisuutta? Maksaako se jotain? Millaisia ongelmia on havaittu integroinnissa?
 - kuka tarjoaa tukipalvelun? Onko toimittajalla helpdesk? Onko tarjolla suomenkielistä tukea?
- TCO (Total Cost of Ownership) –kysymykset:
 - havaitut järjestelmän minimi- ja maksimikustannukset?
 - millaisia kustannuseriä järjestelmän käytössä ja sen käyttöönotossa on havaittu?
 - miten järjestelmän ylläpitokustannukset kehittyvät elinkaaren aikana?
 - kuinka pitkänä toimittaja pitää järjestelmän elinkaarta ja millaisiin vaiheisiin toimittaja jakaa elinkaaren?

4.2 Järjestelmän tukipalvelut, kehitystyö ja räätälöintimahdollisuudet

- Kuinka paljon ohjelmistokehittäjiä toimittajalla on? Kuinka suuri osa heistä toimii nimenomaan tämän järjestelmän parissa?
- Miten tukipalvelut on järjestetty?
 - Mikä on standardipalvelutaso esim. vasteaikojen ja tukipalvelujen aukioloan suhteen?
 - Millaisia lisäpalveluja on tarjolla? Paljonko ne maksavat?
- Ilmeneekö esittelyssä sellaisia haluttuja tai tärkeitä toimintoja, a) jotka eivät kuulu keskeisten osien toiminnallisuuteen vaan joihin pitää ostaa lisäosa; b) joihin ohjelmisto ei tällä hetkellä ollenkaan pysty ja c) ollaanko kyseistä ominaisuutta kehittämässä?
- Mihin suuntaan järjestelmää ollaan tulevaisuudessa kehittämässä esim. toiminnallisuuden ja teknisten ratkaisujen suhteen?

4.3 Järjestelmän hyviä puolia

4.4 Järjestelmään ja järjestelmätoimittajaan liittyviä riskejä

5. Yleisvaikutelma materiaalista ja esittelytilaisuudesta

- Millaista etukäteen saatu materiaali oli? Miten hyvin se vastasi kysymyksiin?
- Millainen maku esittelytilaisuudesta jäi?
 - Olivatko esittelijät asiantuntevia?
 - Millainen ilmapiiri vallitsi, toimivatko henkilökemiat hyvin?

6. Kilpailijat

- Mitä toimittajia järjestelmän esittelijät pitävät pääkilpailijoinaan? Miksi juuri heidän tuotteensa on parempi kuin kilpailijoiden?

Liite 3: Arviointikehikko 3: Painotettu ominaisuuslista

Liitteen tarkoitus on kuvata kvantitatiivisen arviointikehikon yhteydessä käytetyt vaatimukset ja niiden pisteytyskriteerit. Järjestelmä saa 0-3 pistettä per vaatimus riippuen siitä, kuinka hyvin vaatimus toteutuu. Ominaisuudet on aluksi jaettu neljään pääluokkaan:

1. Pakolliset ominaisuudet (PAK)
2. Erittäin hyödylliset ominaisuudet (EH)
3. Hyödylliset ominaisuudet (HYÖ)
4. "Nice-to-have" -ominaisuudet (NICE)

Pääluekat on edelleen jaettu seuraaviin alaluokkiin:

- Ratakapasiteetin haku, aikataulujen yhteensovittaminen ja ratatieto
- Järjestelmän tekniset ja taloudelliset ominaisuudet
- Järjestelmätoimittajaan liittyvät ominaisuudet
- Käyttöliittymä

Vaatimusten luokittelussa alaluokkiin on pyritty löytämään isompi kokonaisuus, johon vaatimus kuuluu. Järjestelmä voi saada hyvät pisteet vain, jos kaikki pakolliset ominaisuudet ja lähes kaikki erittäin hyödyllisistä ominaisuuksista on jo toteutettu järjestelmään tai ne toteutetaan viimeistään keväällä 2006. Taulukossa 17 esitetään ominaisuuksien jakautuminen luokkiin.

Taulukko 17. Ominaisuuksien jakautuminen luokkiin.

	PAK	EH	HYÖ	NICE	Yht.
Ratakapasiteetti, aikataulut, ratatieto	4	6	3	4	17
Tekniset ja taloudell. ominaisuudet	2	10	7	1	20
Järjestelmätoimittajaan liitt. omin.	0	6	0	0	6
Käyttöliittymä	1	2	6	1	10
Yhteensä	7	24	16	6	53

Pakolliset ominaisuudet

PAK / Ratakapasiteetin haku, aikataulujen yhteensovittaminen ja ratatieto

1. *Järjestelmässä on toiminnallisuus sekä aikataulukauden mittaisten, säännöllisen liikenteen ratakapasiteettihakemusten että säännöllisen liikenteen muutosten - ns. ad hoc-hakemukset - vastaanottoon sähköisessä muodossa.*

- **3 pistettä:** järjestelmässä on valmis toiminnallisuus sekä aikataulukauden mittaisten että ad-hoc -hakemusten käsittelyyn.
- **2 pistettä:** järjestelmässä on valmis toiminnallisuus aikataulukauden mittaisten hakemusten käsittelyyn. Ad hoc -hakemukset voidaan syöttää muulla tavalla.
- **1 piste:** järjestelmässä on valmis toiminnallisuus ad hoc -hakemusten käsittelyyn.
- **0 pistettä:** järjestelmässä ei ole kumpaakaan toiminnallisuutta.

2. *Järjestelmä tunnistaa eri ratakapasiteettihakemusten väliset konfliktit ja esittää ne graafisessa aikataulussa värinä tai symbolina ja erillisenä tekstinä.*

- **3 pistettä:** kaikki konfliktit tunnistetaan ja esitetään selkeästi yhdessä moduulissa. Konfliktien ratkaisuun voi olla tarjolla automatiikkaa.

VIII

- **2 pistettä:** kaikki konfliktit tunnistetaan, mutta niiden esiinsaaminen edellyttää esim. usean moduulin käyttöä.
 - **1 piste:** järjestelmä ei tunnista kaikkia konflikteja.
 - **0 pistettä:** järjestelmä ei tunnista konflikteja ollenkaan.
3. *RHK:n tulee nähdä kaikkien rataverkolla liikkuvien junien kaikki tiedot, kun taas kunkin liikennöitsijän tulee nähdä ainoastaan omat junatietonsa ja muiden junista junatyyppi ja aikatauluvii-va.*
- **3 pistettä:** ominaisuus on toteutettu ja sen käyttö vaikuttaa helpolta.
 - **2 pistettä:** ominaisuus on toteutettu, mutta sen käyttö voisi olla helpompaa. Tiedot saadaan kuitenkin esiin ilman virhemahdollisuuksia.
 - **1 piste:** ominaisuus on toteutettu, mutta käyttäjä voi tehdä virheitä, tuhota tietoja helposti tai nähdä sellaisia tietoja, joita hänen ei pitäisi nähdä.
 - **0 pistettä:** ominaisuutta ei ole toteutettu ollenkaan.
4. *Järjestelmässä on helppokäyttöinen kalenteri, jonka avulla määritetään junien kulkupäivät.*
- **3 pistettä:** kalenterin avulla voidaan helposti määritellä koko aikataulukauden säännöllisen liikenteen lisäksi myös poikkeustilanteet kuten yksittäiset kulkupäivät, arkipyhät ja koulujen loma-ajat. Kalenteritoiminto helpottaa selkeästi yksittäisen junan syöttämistä järjestelmään.
 - **2 pistettä:** kalenterin avulla voidaan määritellä koko aikataulukauden säännöllisen liikenteen lisäksi myös poikkeustilanteet, mutta sen käytössä voi olla joitakin ongelmia.
 - **1 piste:** kalenterin avulla voidaan määritellä koko aikataulukauden säännöllisen liikenteen lisäksi myös poikkeustilanteita, muttei läheskään kaikkia ilmeneviä tarpeita.
 - **0 pistettä:** järjestelmän kalenterilla voidaan syöttää ainoastaan säännöllisen liikenteen junia.

PAK / Järjestelmän tekniset ja taloudelliset ominaisuudet

5. *Järjestelmään voidaan syöttää ratakapasiteettihakemuksia sähköisessä muodossa seuraavilla tavoilla: a) järjestelmän oma tietomuoto tai standardin mukainen rajapinta tai b) internetissä oleva lomake. Järjestelmää tulee voida räätälöidä siten, että tarvittavat tiedot voidaan syöttää internet-lomakkeella.*
- **3 pistettä:** järjestelmä tukee oman tietomuotonsa lisäksi railML-standardissa määriteltyjä tietorakenteita. Hakemustiedot voidaan syöttää järjestelmään myös internet-lomakkeen avulla.
 - **2 pistettä:** järjestelmään voidaan järjestelmätoimittajan mukaan syöttää ratakapasiteettihakemuksia, mutta nykyistä toiminnallisuutta on räätälöitävä erikseen.
 - **1 piste:** järjestelmään voidaan järjestelmätoimittajan mukaan syöttää ratakapasiteettihakemuksia, mutta tämä vaatii uuden toiminnallisuuden rakentamista. Hakemuksia voidaan syöttää vain järjestelmätoimittajan omilla työkaluilla.
 - **0 pistettä:** järjestelmä tukee ainoastaan järjestelmätoimittajan omia tietomuotoja eikä ole räätälöitävissä.
6. *Järjestelmästä saadaan tietoa ulos yleisesti käytetyissä muodoissa.*
- **3 pistettä:** kaikista järjestelmän tiedoista saadaan ulos monipuolisia tulosteita kuten tekstimuoto, Excel-tiedostot, kuvatiedostot ja/tai railML-muotoinen tieto; mitä enemmän vaihtoehtoja, sen parempi. Järjestelmässä on helppokäyttöinen raportointityökalu. Tiedonsiirto muihin järjestelmiin on helppo toteuttaa.

IX

- **2 pistettä:** järjestelmästä saadaan ulos monipuolisia tulosteita, muttei kaikista tiedoista tai ainoastaan joissakin muodoissa. Tiedonsiirto muihin järjestelmiin on toteutettavissa. Järjestelmässä on raportointityökalu, mutta sen käytössä tarvitaan järjestelmätoimittajan apua.
- **1 piste:** vain osasta järjestelmän tietoja saadaan muokattavia tulosteita. Tiedonsiirto muihin järjestelmiin vaikuttaa työläältä. Raportointityökalua ei ole.
- **0 pistettä:** kaikki tai lähes kaikki muutokset järjestelmän vakiomuotoisiin tulosteisiin on tilattava järjestelmätoimittajalta. Sama koskee järjestelmäintegraatiota.

PAK / Käyttöliittymä

7. Järjestelmän käyttöliittymän tulee olla suomen- tai englanninkielinen.

- **3 pistettä:** Järjestelmä on englanninkielinen ja siitä on useita kieliversioita, joten järjestelmätoimittajalla on kokemusta lokalisoinnista. Järjestelmätoimittajalla on tietoa siitä, millaisia palveluja kääntämisen yhteydessä voidaan tarvita.
- **2 pistettä:** Järjestelmä on englanninkielinen. Järjestelmässä on valmiit työkalut järjestelmän kääntämiseksi, mutta niitä on käytetty vain vähän tai toiminnallisuus on uutta.
- **1 piste:** Järjestelmä on englanninkielinen. Sen kääntäminen suomeksi vaikuttaa työläältä.
- **0 pistettä:** Järjestelmän käyttöliittymän kieli on muu kuin englanti.

Erittäin hyödylliset ominaisuudet

EH / Ratakapasiteetin haku, aikataulujen yhteensovittaminen ja ratatieto

1. Uutta junaa lisättäessä järjestelmä osaa ehdottaa vapaata slottia graafisessa aikataulussa.

- **3 pistettä:** Järjestelmä osaa ehdottaa vapaata slottia kaikenlaisille junille. Toiminto on helppokäyttöinen ja sille voidaan antaa hakukriteerejä.
- **2 pistettä:** Järjestelmä osaa ehdottaa vapaata slottia, mutta toiminnon käyttö on syystä tai toisesta hankalaa.
- **1 piste:** Järjestelmä osaa ehdottaa slottia vain tietyntyyppisille junille ja/tai ehdotettu slotti ei tallennu aikataulukantaan.
- **0 pistettä:** Järjestelmässä ei ole toiminnallisuutta.

2. Järjestelmässä on valmis sovellus tai moduuli ratakapasiteetin hakuun.

- **3 pistettä:** Järjestelmässä on valmis moduuli tähän tarkoitukseen ja se tukee eurooppalaista IM- ja RU-jakoa.
- **2 pistettä:** Järjestelmässä ei ole moduulia, mutta se hyväksyy toisessa järjestelmässä tai sovelluksessa tehtävät ratakapasiteettihakemukset rajapinnan yli ja muuntaa ne järjestelmän ymmärtämään muotoon. Tämä vaatii räätälöintiä, joka on kuitenkin helposti toteutettavissa.
- **1 piste:** Järjestelmässä ei ole moduulia, mutta se hyväksyy toisessa järjestelmässä tai sovelluksessa tehtävät ratakapasiteettihakemukset rajapinnan yli ja muuntaa ne järjestelmän ymmärtämään muotoon. Räätälöinti vaikuttaa kuitenkin työläältä eikä toiminnallisuuden käyttöönsaamisesta ole varmaa tietoa.
- **0 pistettä:** Järjestelmässä ei ole moduulia eikä sen toteuttaminen ole järjestelmätoimittajan lähitulevaisuuden suunnitelmissa.

3. Junan aikatauluviivaan voidaan liittää liikennöitsijätieto. Järjestelmä tarjoaa liikennöitsijätietoon liittyviä hakutoimintoja.

- **3 pistettä:** RHK:n aikataulusuunnittelija näkee, kenelle viiva on myönnetty. Aikatauluviivaan liittyy hakutoiminto, jolla voidaan mm. hakea tietyn liikennöitsijän tiettytyyppisiä junia.
 - **2 pistettä:** RHK:n aikataulusuunnittelija näkee, kenelle viiva on myönnetty. Hakutoiminto on ominaisuuksiltaan rajallinen.
 - **1 piste:** RHK:n aikataulusuunnittelija näkee, kenelle viiva on myönnetty. Hakutoimintoa ei ole.
 - **0 pistettä:** Aikatauluviivasta ei voida sanoa, kenen se on.
4. *Järjestelmä osaa erotella ja esittää kapasiteettihakemuksen eri käsittelyvaiheet ja tilat. Järjestelmä ei anna muuttaa jo myönnettyä kapasiteettia ilman erikoismenettelyä.*
- **3 pistettä:** Sekä rataverkon haltija että ratakapasiteetin hakija näkevät kapasiteettihakemuksen tilan, jota voidaan käyttää hakukriteerinä. Järjestelmässä on hakemuksen tilan muutoksiin liittyvää automatiikkaa kuten sähköpostin lähettäminen hakijalle. Tiettyjä junia voidaan lukita, jolloin niitä ei voida muuttaa ilman erityistä menettelyä.
 - **2 pistettä:** Sekä rataverkon haltija että ratakapasiteetin hakija näkevät kapasiteettihakemuksen tilan, jota voidaan (+0,5 p) / ei voida käyttää hakukriteerinä. Järjestelmä ilmoittaa (+0,5 p) / ei ilmoita hakemuksen tilamuutoksista automaattisesti. Junia voidaan lukita, jolloin niitä ei voida muuttaa ilman erityismenettelyä.
 - **1 piste:** Ainoastaan rataverkon haltija näkee kapasiteettihakemuksen tilan. Jo myönnettyä kapasiteettia voidaan vahingossa muuttaa.
 - **0 pistettä:** Järjestelmässä ei ole tällaista toiminnallisuutta.
5. *Järjestelmässä tai sen lisäosassa on toiminnallisuus ratapihojen kapasiteetinhallintaan.*
- **3 pistettä:** Ratapihat ovat mukana ratakapasiteetin käyttöä arvioitaessa raiteen tarkkuudella. Järjestelmässä on graafinen näyttö, jossa junia tai vaunuja voidaan siirtää hiirellä raiteelta toiselle. Järjestelmä tunnistaa ratapihoihin liittyvät konfliktit.
 - **2 pistettä:** Ratapihat ovat mukana ratakapasiteetin käyttöä arvioitaessa raiteen tarkkuudella. Junien tai vaunujen siirto raiteelta toiselle tapahtuu taulukon lukuarvoja muuttamalla. Järjestelmä tunnistaa ratapihoihin liittyvät konfliktit.
 - **1 piste:** Ratapihat ovat mukana ratakapasiteetin käyttöä arvioitaessa summittaisella, koko ratapihan käyttöä kuvaavalla tunnusluvulla. Ratapihoihin liittyviä konflikteja ei tunnisteta.
 - **0 pistettä:** Ratapihat eivät näy järjestelmässä ollenkaan ratakapasiteetin käyttöä arvioitaessa.
6. *Järjestelmässä tai sen lisäosassa on toiminnallisuus liikennepaikan raiteiden ja laitureiden kapasiteetinhallintaan.*
- **3 pistettä:** Järjestelmä laskee liikennepaikkojen raiteiden ja laitureiden käyttöasteen ja varoittaa liikennepaikkoihin liittyvistä konflikteista. Järjestelmään voidaan syöttää tarvittavat puskuriajat sekä junien liikkuminen keskeisillä liikennepaikoilla. Järjestelmässä on graafinen näyttö, jossa raiteiden käyttöä voidaan tarkastella ja junia siirtää hiirellä raiteelta toiselle.
 - **2 pistettä:** Järjestelmä laskee liikennepaikkojen raiteiden ja laitureiden käyttöasteen, muttei varoita liikennepaikkoihin liittyvistä konflikteista. Junien tai vaunujen siirto raiteelta toiselle tapahtuu taulukon lukuarvoja muuttamalla (graafinen näyttö siirto-ominaisuudella +0,5 p).
 - **1 piste:** Järjestelmässä on liikennepaikkojen graafinen näyttö ilman siirto-ominaisuutta tai käyttöasteen laskentaa. Järjestelmä ei varoita liikennepaikkoihin liittyvistä konflikteista. Junien tai vaunujen siirto raiteelta toiselle tapahtuu taulukon lukuarvoja muuttamalla.
 - **0 pistettä:** Liikennepaikkoja ei ole mallinnettu järjestelmään tai niiden abstraktiotaso vastaa kaikissa tapauksissa yksinkertaista linjaliikennepaikkaa.

EH / Järjestelmän tekniset ja taloudelliset ominaisuudet

7. Järjestelmä on tietokantapohjainen.

- **3 pistettä:** Järjestelmä on tietokantapohjainen ja mahdollistaa monen käyttäjän yhtäaikaisen käytön. Järjestelmän käyttöönotto on ostajalle helppoa, koska järjestelmätoimittajalla on kokemuksia järjestelmän käyttöönotosta useiden asiakkaiden luona. Erilaisten käyttöoikeuksien myöntäminen on helppoa. Järjestelmä voidaan ostaa tietyllä minimikokoonpanolla ja järjestelmäarkkitehtuuri mahdollistaa järjestelmän helpon laajentamisen sekä toiminnallisuuden että käyttäjien määrän osalta. Järjestelmää voidaan käyttää myös offline-tilassa.
- **2 pistettä:** Järjestelmä on tietokantapohjainen ja mahdollistaa monen käyttäjän yhtäaikaisen käytön. Käyttöoikeuksien jakaminen on helppoa. Järjestelmän toiminnallisuus ja moduulirakenne ovat varsin järkeviä, mutta silti laajennettavissa kohtuullisella työllä. Järjestelmää ei voida käyttää offline-tilassa.
- **1 piste:** Järjestelmä on tietokantapohjainen, mutta monen käyttäjän yhtäaikainen käyttö on syystä tai toisesta vaikeaa. Käyttöoikeuksia on vaikea jakaa, joten käyttäjille joudutaan usein antamaan varsin laajat käyttöoikeudet. Järjestelmän toiminnallisuus ja moduulirakenne ovat varsin järkeviä ja sen laajentaminen vaikuttaa työläältä.
- **0 pistettä:** Järjestelmä on tiedostopohjainen ja mahdollistaa ainoastaan yhden käyttäjän yhtäaikaisen käytön. Usean käyttäjän käyttäessä järjestelmää joudutaan mm. lähettämään tiedostoja sähköpostilla tai siirtämään niitä verkkovierille.

8. Järjestelmän arkkitehtuuri on selkeästi kuvattu.

- **3 pistettä:** Järjestelmän arkkitehtuurikuvaus on selkeä ja siitä on saatavilla hyväntasoisia dokumentaatiota myös yksityiskohtatasolla. Järjestelmä perustuu avoimiin, yleisesti käytössä oleviin standardeihin. Järjestelmien keskeisissä osissa kuten tietokantapalvelimissa voidaan käyttää useiden valmistajien tuotteita ja ratkaisuja.
- **2 pistettä:** Järjestelmän arkkitehtuurikuvaus on selkeä, mutta siitä ei ole saatavilla yksityiskohtaista dokumentaatiota. Järjestelmä perustuu avoimiin, yleisesti käytössä oleviin standardeihin. Järjestelmän keskeisissä osissa on vähemmän valinnanvaraa, mutta ne voidaan silti valita vähintään kahden ulkopuolisen toimittajan ratkaisuihin.
- **1 piste:** Järjestelmän arkkitehtuurikuvaus on saatavilla, mutta sen tarjoama tieto ei ole riittävä eikä järjestelmätoimittaja ole halukas toimittamaan lisätietoa. Järjestelmän keskeisissä osissa käytetään ratkaisuja, jotka ovat toisistaan riippuvia ja siten vaikeasti korvattavissa tai järjestelmän keskeiset osat perustuvat yhden ulkopuolisen toimittajan ratkaisuihin.
- **0 pistettä:** Järjestelmän arkkitehtuurista ei ole saatavilla juurikaan tietoa. Järjestelmän keskeiset osat ja niiden välinen tiedonsiirto perustuvat järjestelmätoimittajan omiin ratkaisuihin.

9. Järjestelmään voidaan syöttää tietoa muista järjestelmistä yleisesti käytetyissä muodoissa tai vähäisellä räätälöinnillä.

- **3 pistettä:** Järjestelmään voidaan syöttää tietoa teksti-, railML- ja Excel-muotojen lisäksi myös internet-lomakkeella joko suoraan tai vain vähäisellä räätälöinnillä. Myös toisesta järjestelmästä syötetty tieto saadaan suoraan järjestelmän käyttöön ilman käyttäjän tekemiä muunnoksia.
- **2 pistettä:** Jokin edellämämainituista tiedonsyöttötavoista puuttuu, räätälöinti voi olla työlästä tai käyttäjän tulee käyttää jotain muunnostyökalua tiedon syötön yhteydessä.
- **1 piste:** Vähintään kaksi edellämämainituista tiedonsyöttötavoista puuttuu, tiedonsyöttöön ei voida helposti tehdä räätälöityä sovellusta tai järjestelmätoimittajalla ei ole kokemusta sopivien muunnosten rakentamisesta.

- **0 pistettä:** Järjestelmään voidaan syöttää ainoastaan järjestelmätoimittajan omassa tietomuodossa olevaa tietoa. Muusta järjestelmästä tulevan tiedon kääntämiseen sopivan työkalun rakentaminen on järjestelmätoimittajan varassa.

10. *Järjestelmässä on useita erilaisia aikataulu- ja infrastruktuuriversioita, joiden välillä voidaan siirtää tietoa.*

- **3 pistettä:** Järjestelmässä on useita erilaisia aikataulu- ja infrastruktuuriversioita, joiden välillä voidaan siirtää tietoa. Etukäteen syötetyt tiedot voidaan aktivoida tietyssä päivänä. Aikataulu- ja infrastruktuuriversioiden toimintaa voidaan simuloida siten, että lähtötiedot voidaan hakea esim. aikataulutietokannasta ja simuloinnin tulokset palauttaa siihen. Ainakin infrastruktuuritiedot voidaan tuoda toisesta tietokannasta vähäisellä räätälöinnillä.
- **2 pistettä:** Järjestelmässä on useita erilaisia aikataulu- ja infrastruktuuriversioita, joiden välillä voidaan siirtää tietoa. Tiedon syöttäminen etukäteen ja sen aktivointi tietyssä päivänä ei onnistu kaikissa tapauksissa. Tiedonsiirto simulointimoduuliin ja simulointimoduulista on haastavaa ja vaatii käsityötä. Ainakin infrastruktuuritiedot voidaan tuoda toisesta tietokannasta vähäisellä räätälöinnillä.
- **1 piste:** Järjestelmässä on vain yksi aikataulu- ja infrastruktuuriversio. Infrastruktuuritiedot on mahdollista siirtää järjestelmään toisesta tietokannasta, mutta tiedonsiirto vaikuttaa haastavalta. Aikataulutietokannan tietoja ei voida käyttää simuloinnissa.
- **0 pistettä:** Järjestelmässä on vain yksi aikataulu- ja infrastruktuuriversio. Infrastruktuuritiedot joudutaan syöttämään järjestelmään käsin.

11. *Järjestelmässä on mahdollisuus käyttää dynaamista ajoajan laskentaa, joka perustuu järjestelmässä olevaan tai muualta saatavaan ajantasaiseen juna- ja infrastruktuuritietoon.*

- **3 pistettä:** Järjestelmässä on dynaamisen ajoajan laskennan lisäksi mahdollisuus syöttää ajoajat käsin tai käyttää staattista junapohjaa, jonka ajoaika on tiedossa. Infrastruktuurimuutos vaikuttaa laskettuihin ajoaikoihin vasta silloin, kun käyttäjä niin haluaa.
- **2 pistettä:** Järjestelmässä on dynaaminen ajoajan laskenta, mutta siinä ei ole mahdollisuutta ajoajan manuaaliseen syöttöön.
- **1 piste:** Järjestelmässä on dynaaminen ajoajan laskenta, mutta siinä ei ole mahdollisuutta ajoajan manuaaliseen syöttöön eikä staattisen junapohjan käyttöön. Infrastruktuurimuutos heijastuu heti laskettuihin ajoaikoihin eikä esimerkiksi vasta aikataulukauden vaihtuessa.
- **0 pistettä:** Järjestelmässä ei ole dynaamista ajoajan laskentaa, vaan ajoajan laskenta perustuu pelkästään staattisten junapohjien käyttöön.

12. *Järjestelmässä on raportointityökalu, jolla voidaan tehdä kyselyjä järjestelmän tietokannassa oleviin tietoihin.*

- **3 pistettä:** Raportointityökalu on helppokäyttöinen ja käyttäjien omaksuttavissa lyhyellä koulutuksella. Raportteja voidaan laatia kaikista järjestelmän tiedoista.
- **2 pistettä:** Raportointityökalun käyttö vaatii syvällistä tietokantaosaamista, jolloin uusia raportteja voi laatia ainoastaan järjestelmän pääkäyttäjä tai järjestelmätoimittaja. Raportteja voidaan laatia kaikista järjestelmän tiedoista.
- **1 piste:** Raportointityökalun käyttö vaatii syvällistä tietokantaosaamista, jolloin uusia raportteja voi laatia ainoastaan järjestelmän pääkäyttäjä tai järjestelmätoimittaja. Raportteja ei voida laatia kaikista järjestelmän tiedoista.
- **0 pistettä:** Järjestelmässä ei ole raportointityökalua.

13. *Järjestelmässä on valmius TAF-TSI -vaatimusten noudattamiseen.*

- **3 pistettä:** Järjestelmässä on otettu huomioon TAF-TSI -vaatimukset siten, että ne voidaan ottaa käyttöön vain vähäisellä työllä.
- **2 pistettä:** Järjestelmässä on otettu huomioon TAF-TSI -vaatimukset ainoastaan joiltakin osin. Toiminnallisuutta aletaan kuitenkin kehittää viimeistään keväällä 2006.
- **1 piste:** Järjestelmätoimittaja tietää TAF-TSI -vaatimusten olemassaolosta, mutta ei ole rakentanut niihin liittyvää toiminnallisuutta. Toiminnallisuuden kehitystyö aloitetaan viimeistään keväällä 2006.
- **0 pistettä:** Järjestelmässä ei ole otettu huomioon TAF-TSI -vaatimuksia eikä kehitystyön aloittamisesta ole esitetty mitään aikataulua.

14. *Järjestelmän käyttämistä tietomalleista, rajapinnoista ja järjestelmäarkkitehtuurista on saatavissa yksityiskohtainen kuvaus ylläpitomaksua tai erillistä korvausta vastaan.*

- **3 pistettä:** Järjestelmän tietomalleista, rajapinnoista ja järjestelmäarkkitehtuurin muista tekijöistä on saatavissa yksityiskohtainen kuvaus. Järjestelmätoimittaja vaikuttaa yhteistyöhaluiselta. Järjestelmän ylläpitäjänä voi toimia järjestelmätoimittajan lisäksi myös ulkopuolinen yritys. Ulkopuoliset yritykset voivat toteuttaa järjestelmätoimittajan ohjeiden tai konsultaation perusteella uutta toiminnallisuutta järjestelmään.
- **2 pistettä:** Järjestelmän tietomalleista, rajapinnoista ja järjestelmäarkkitehtuurin muista tekijöistä on saatavissa yksityiskohtainen kuvaus. Järjestelmätoimittaja vaikuttaa yhteistyöhaluiselta. Ainoastaan järjestelmätoimittaja voi toimia järjestelmän ylläpitäjänä ja tehdä toiminnallisia muutoksia järjestelmään.
- **1 piste:** Järjestelmän tietomalleista, rajapinnoista ja järjestelmäarkkitehtuurin muista tekijöistä on saatavissa kuvaus, mutta järjestelmätoimittajan yhteistyössä tai kuvauksen yksityiskohdissa on toivomisen varaa. Ainoastaan järjestelmätoimittaja voi toimia järjestelmän ylläpitäjänä ja tehdä toiminnallisia muutoksia järjestelmään.
- **0 pistettä:** Järjestelmätoimittaja ei anna tietoa tietomalleista, rajapinnoista tai järjestelmäarkkitehtuurista edes korvausta vastaan. Ainoastaan järjestelmätoimittaja voi toimia järjestelmän ylläpitäjänä ja tehdä toiminnallisia muutoksia järjestelmään.

15. *Järjestelmän toimintavarmuus on hyvä etenkin päivitysten yhteydessä. Järjestelmän toiminta pystytään palauttamaan nopeasti myös virhe- ja vikatilanteissa.*

- **3 pistettä:** Järjestelmän toimintavarmuus on hyvä myös päivitysten yhteydessä, koska järjestelmätoimittaja tarjoaa tuotantoympäristöstä erillisen testausympäristön asiakkaan luona. Huonosti toimivat päivitykset voidaan poistaa helposti. Järjestelmätoimittaja tarjoaa nykyisten asiakkaiden mielestä hyvätasoista tukipalvelua ja pyrkii jopa ylittämään asiakkaan odotukset. Vikaantuneet laitteistokomponentit voidaan vaihtaa keskeyttämättä järjestelmän käyttöä.
- **2 pistettä:** Järjestelmän toimintavarmuus on hyvä myös päivitysten yhteydessä, koska järjestelmätoimittaja tarjoaa tuotantoympäristöstä erillisen testausympäristön asiakkaan luona. Huonosti toimivat päivitykset voidaan poistaa, mutta prosessi voi olla työläs. Järjestelmätoimittaja tarjoaa nykyisten asiakkaiden mielestä hyvätasoista tukipalvelua, mutta vaikuttaa tekevän ainoastaan sen, mistä on maksettu. Vikaantuneet laitteistokomponentit voidaan vaihtaa keskeyttämättä järjestelmän käyttöä.
- **1 piste:** Järjestelmässä on erillinen testausympäristö ainoastaan järjestelmätoimittajan luona. Järjestelmätoimittaja tarjoaa nykyisten asiakkaiden mielestä hyvätasoista tukipalvelua, mutta vaikuttaa tekevän ainoastaan sen, mistä on maksettu. Vikaantuneiden laitteistokomponenttien vaihto edellyttää järjestelmän sammutusta ja uudelleenkäynnistystä.
- **0 pistettä:** Järjestelmässä ei ole erillistä testausympäristöä edes järjestelmätoimittajan luona, vaan päivitykset ajetaan suoraan tuotantokäytössä olevaan järjestelmään. Huonosti toimivien päivitys-

XIV

ten poistamiseen ei ole välineitä tai valmiuksia. Järjestelmätoimittajan tarjoaman tukipalvelun tasossa ja osaamisessa on käyttäjäkokemusten perusteella toivomisen varaa. Vikaantuneiden laitteistokomponenttien vaihto edellyttää järjestelmän sammutusta ja uudelleenkäynnistystä.

16. *Järjestelmän tukipalvelut ovat saatavissa ylläpitomaksua vastaan virka-aikaan vähintään englanninkielisinä. Tukipalvelun vasteaika lasketaan minuuteissa eikä tunneissa.*

- **3 pistettä:** Tukipalvelut ovat saatavissa myös aikaisin aamulla tai ilta-aikaan n. klo 18-20 saakka ylläpitomaksua vastaan. Järjestelmätoimittaja järjestää myös suomenkielisen tukipalvelun esim. järjestelmän pääkäyttäjän avulla. Järjestelmätoimittajalla on selkeä, vaihteittainen tukiprosessi erityyppisten ongelmien ratkaisuun. Ongelmanratkaisun luvataan alkavan minuuteissa tai tunneissa.
- **2 pistettä:** Tukipalvelut ovat saatavissa virka-aikaan n. klo 8-16 ylläpitomaksua vastaan ja muulloin erillistä korvausta vastaan. Järjestelmätoimittajan tarjoama tukipalvelu on englanninkielinen, mutta Suomeen järjestetään käyttäjä, joka voi ratkaista yksinkertaiset ongelmat tai järjestelmätoimittaja voi ratkaista ongelman esim. etäkäytöllä. Järjestelmätoimittajalla on selkeä, vaihteittainen tukiprosessi erityyppisten ongelmien ratkaisuun. Ongelmanratkaisun luvataan alkavan saman päivän aikana.
- **1 piste:** Tukipalvelut ovat saatavissa virka-aikaan n. klo 8-16 ylläpitomaksua vastaan ja muulloin erillistä korvausta vastaan. Järjestelmätoimittajan tarjoama tukipalvelu on englanninkielinen ja ainoastaan puhelinpalvelun tai sähköpostin varassa. Tukipalvelun vasteajat tai tukiprosessikokonaisuus ovat epäselviä. Ongelmanratkaisun luvataan kuitenkin alkavan saman päivän aikana.
- **0 pistettä:** Tukipalvelut ovat saatavissa ainoastaan virka-aikaan. Englanninkielisenkin tukipalvelun saaminen on epävarmaa. Järjestelmätoimittaja ei ilmoita selkeästi, millaisen asiakaspyynnön toteuttaminen kuuluu ylläpitomaksuun ja millainen taas on erillisen korvauksen alainen. Tukipalvelun vasteajat tai tukiprosessikokonaisuus ovat epäselviä.

EH / Järjestelmätoimittajaan liittyvät ominaisuudet

17. *Ohjelmiston lisenssi- ja ylläpitokustannukset ovat edullisia.*

- **3 pistettä:** Järjestelmän perus- ja lisämoduulien lisenssihinnot sekä ylläpitokustannukset ovat absoluuttisesti edullisia muihin ehdokkaisiin verrattuna.
- **2 pistettä:** Järjestelmän perus- ja lisämoduulien lisenssihinnot sekä ylläpitokustannukset ovat suhteellisesti edullisia verrattuna muihin, vastaavan toiminnallisuuden tarjoaviin järjestelmiin.
- **1 piste:** Järjestelmän perus- ja lisämoduulien lisenssihinnot sekä ylläpitokustannukset ovat suhteellisesti kalliita verrattuna muihin, vastaavan toiminnallisuuden tarjoaviin järjestelmiin.
- **0 pistettä:** Järjestelmän perus- ja lisämoduulien lisenssihinnot sekä ylläpitokustannukset ovat suhteellisesti kalliita eikä järjestelmä tarjoa hintaa vastaavaa toiminnallisuutta.

18. *Ohjelmiston lisenssi- ja ylläpitokustannukset on ilmoitettu selkeästi. Ylläpitokustannuksissa ei ole odotettavissa yllättäviä kustannuseriä.*

- **3 pistettä:** Järjestelmän perus- ja lisämoduulien lisenssihinnot sekä mahdolliset paljousalennukset on ilmoitettu selkeästi. Ylläpitokustannus on ilmoitettu selkeänä lukuna kuten prosenttina lisenssihinnasta. Järjestelmätoimittajalla on joko hinnasto, jossa on ilmoitettu tiettyjen toimenpiteiden kuten koulutuksen ja konsultoinnin veloitukset tai järjestelmätoimittaja on ilmoittanut joidenkin räätälöintitehtävien arvioidut kustannukset.
- **2 pistettä:** Järjestelmän perus- ja lisämoduulien lisenssihinnot sekä mahdolliset paljousalennukset on ilmoitettu selkeästi. Ylläpitokustannus on ilmoitettu selkeänä lukuna kuten prosenttina lisenssihinnoista. Hinnoissa on kuitenkin neuvotteluvaraa tai korotuspainetta.

- **1 piste:** Järjestelmän perus- ja lisämoduulien lisenssihinnat sekä mahdolliset paljousalennukset on ilmoitettu, mutta lisenssityyppinä on useita ja/tai lisenssien yksikkökustannus on merkittävästi erilainen riippuen siitä, ostetaanko lisenssiä yksi kappale enemmän tai vähemmän. Ylläpitokustannuksia ei ole ilmoitettu täsmällisesti. Kokonaishinnan ja saatavan toiminnallisuuden suhde on vaikea hahmottaa.
- **0 pistettä:** Järjestelmätoimittaja ei anna yksityiskohtaisia kustannustietoja tai järjestelmän ostoon ja ylläpitoon liittyviä kustannuksia on muista syistä hyvin vaikea laskea.

19. *Järjestelmätoimittajalla on asiakkaita myös kotimaansa ulkopuolella ja sillä on englannin kielen taitoisia työntekijöitä.*

- **3 pistettä:** Järjestelmätoimittajalla on useita ulkomaisia asiakkaita. Järjestelmätoimittajalla on englannin kielen taitoisia työntekijöitä, joiden kielitaito riittää esittelytilaisuuden perusteella järjestelmään liittyvään viestintään.
- **2 pistettä:** Järjestelmätoimittajalla on vähintään kolme ulkomaista asiakasta. Järjestelmätoimittajalla on englannin kielen taitoisia työntekijöitä, joiden kielitaito riittää esittelytilaisuuden perusteella järjestelmään liittyvään viestintään.
- **1 piste:** Järjestelmätoimittajalla on vähintään yksi ulkomainen asiakas. Järjestelmätoimittajalla on englannin kielen taitoisia työntekijöitä, mutta englanninkielinen viestintä on yhden tai kahden työntekijän varassa.
- **0 pistettä:** Järjestelmätoimittajalla on vain yksi asiakas omassa maassaan.

20. *Järjestelmätoimittajalla on vähintään kaksi rataverkon haltija-asiakasta. Asiakkailla on vaikutusvaltaa järjestelmän jatkokehitykseen.*

- **3 pistettä:** Järjestelmätoimittajalla on vähintään neljä ulkomaista IM- ja neljä ulkomaista RU-asiakasta kotimaisten asiakkaiden lisäksi. Järjestelmätoimittaja järjestää säännöllisin väliajoin käyttäjäkonferensseja tai muita vastaavia tapahtumia, joissa käsitellään järjestelmän jatkokehitystä (konferenssin puute -0,5 p).
- **2 pistettä:** Järjestelmätoimittajalla on vähintään kaksi ulkomaista IM- ja kaksi ulkomaista RU-asiakasta kotimaisten asiakkaiden lisäksi. Järjestelmätoimittaja järjestää käyttäjäkonferensseja epäsäännöllisin väliajoin tai järjestää asiakkailleen muita tapoja keskinäiseen viestintään kuten internet-foorumi, jossa järjestelmätoimittajan edustaja vastaa kysymyksiin.
- **1 piste:** Järjestelmätoimittajalla on vähintään yksi ulkomainen IM- ja yksi ulkomainen RU-asiakasta kotimaisten asiakkaiden lisäksi. Järjestelmätoimittajan viestintä on top-down -tyyppistä - esimerkiksi kirje tai sähköpostilista - ilman asiakkaiden keskinäistä viestintää ja todellisia vaikutusmahdollisuuksia järjestelmän kehitykseen.
- **0 pistettä:** Järjestelmätoimittajalla on vain yksi IM-asiakas ja/tai yksi RU-asiakas joko kotimaassaan tai ulkomailla.

21. *Järjestelmätoimittajalla on hyvä maine.*

- **3 pistettä:** Järjestelmän nykyiset käyttäjät ovat tutkitusti tai käyttäjiltä suoraan kysyttynä tyytyväisiä sekä järjestelmään että järjestelmätoimittajan toimintaan. Järjestelmätoimittaja pitää sen, minkä lupaa.
- **2 pistettä:** Järjestelmän nykyiset käyttäjät ovat melko tyytyväisiä sekä järjestelmään että järjestelmätoimittajan toimintaan. Jotain parannettavaa on tai tyytyväisyydestä ei voida olla täysin varmoja.
- **1 piste:** -
- **0 pistettä:** Järjestelmän nykyiset käyttäjät eivät ole tyytyväisiä järjestelmätoimittajan tai järjestelmän toimintaan ja harkitsevat järjestelmän vaihtoa.

22. *Järjestelmätoimittaja vaikuttaa taloudellisesti vakaalta ja on halukas escrow-järjestelyyn.*

- **3 pistettä:** Järjestelmätoimittaja vaikuttaa taloudellisesti vakaalta. Järjestelmästä vastaavaan yksikköön ei kohdistu henkilöstövähennysuhkaa. Järjestelmätoimittaja on valmis antamaan järjestelmän lähdekoodin kolmannen osapuolen säilytettäväksi (escrow; puutteesta -0,5 p). Järjestelmän tukipalvelut voidaan järjestää myös kolmannen osapuolen avulla (jos ei, -0,5 p).
- **2 pistettä:** Järjestelmätoimittaja vaikuttaa taloudellisesti vakaalta, mutta järjestelmästä vastaavan yksikön henkilöstömäärästä jatkossa ei ole tarkkaa tietoa.
- **1 piste:** Järjestelmätoimittajan taloudellisesta tilasta ja tulevasta henkilöstömäärästä ei ole tarkkaa tietoa.
- **0 pistettä:** Järjestelmätoimittajan taloudellinen tila ja/tai sen asiakassuhteet vaikuttavat huonoilta, joten riski toiminnan jatkumisesta on olemassa.

EH / Käyttöliittymä

23. *Vain osaa junan aikatauluviivasta voidaan siirtää hiirellä, minkä yhteydessä järjestelmä hakee tarvittavan juna- ja infrastruktuuritiedon ja tekee muutokset aikatauluun. Aikatauluviivaa voidaan muuttaa tarkemmin aikataulunäkymässä.*

- **3 pistettä:** Haluttu osa aikatauluviivasta voidaan valita ja sitä voidaan siirtää hiirellä, jolloin järjestelmä tekee tarvittavat muutokset aikataulutietokantaan. Toiminto on helppokäyttöinen.
- **2 pistettä:** Haluttu osa aikatauluviivasta voidaan valita ja sitä voidaan siirtää hiirellä, jolloin järjestelmä tekee tarvittavat muutokset aikataulutietokantaan. Toiminto vaikuttaa hankalalta käyttää tai se on vasta kehitystyössä, mutta valmistuu kuitenkin tänä vuonna.
- **1 piste:** Vain koko aikatauluviiva voidaan valita ja sitä voidaan siirtää hiirellä, jolloin järjestelmä tekee tarvittavat muutokset aikataulutietokantaan. Toiminto on valmis tai valmistuu tänä vuonna.
- **0 pistettä:** Edes koko aikatauluviivaa ei voida siirtää hiirellä, vaan muutokset on aina tehtävä aikataulutaulukossa. Hiirellä siirto ei valmistu tänä vuonna.

24. *Järjestelmään on saatavissa suomenkielinen käyttöliittymä.*

- **3 pistettä:** Suomenkielinen käyttöliittymä voidaan toteuttaa.
- **2 pistettä:** -
- **1 piste:** -
- **0 pistettä:** Suomenkielistä käyttöliittymää ei voida toteuttaa.

Hyödylliset ominaisuudet

HYÖ / Ratakapasiteetin haku, aikataulujen yhteensovittaminen ja ratatieto

1. *Järjestelmässä on vetokalusto- ja vaunustotieto sekä mahdollisuus optimoida kalustokiertoa.*

- **3 pistettä:** Vetokalusto- ja vaunustotieto on järjestelmässä ja sitä voidaan käyttää myös dynaamisessa ajoajan laskennassa. Vetokaluston ja vaunujen lisääminen uuteen junaan vaikuttaa helppokäyttöiseltä. Järjestelmä tietää, missä tietty kalusto kullakin hetkellä sijaitsee.
- **2 pistettä:** Vetokalusto- ja vaunustotieto on järjestelmässä ja sitä voidaan käyttää myös dynaamisessa ajoajan laskennassa. Vetokaluston ja vaunujen lisääminen uuteen junaan ei ole pienen harjoittelun jälkeen ylivoimaista. Kaluston sijaintitiedoissa on pieniä puutteita.

XVII

- **1 piste:** Yksittäisen junan vetokalusto- ja vaunustotietoa ei voida syöttää yksittäisen vaunun tarkkuudella, ainoastaan vaunuryhmittäin tai junatyypille ominaisen junapohjan mukaisesti.
- **0 pistettä:** Vetokalusto- ja vaunustotietoa ei ole järjestelmässä, vaan esimerkiksi tietyille junatyypeille karkea arvio kaluston käytöstä.

Ominaisuus on tärkeämpi liikennöitsijälle, joten RHK:lle se on vain hyödyllinen.

2. *Järjestelmä esittää pelivarat selkeästi.*

- **3 pistettä:** Pelivaralle voidaan asettaa koko rataverkon oletusarvo sekä käyttäjän haluamille rataosille tai muille alueille jokin muu arvo. Pelivara voidaan esittää prosentteina tai minuutteina.
- **2 pistettä:** Pelivaralle voidaan asettaa koko rataverkon oletusarvo. Pelivara voidaan esittää prosentteina tai minuutteina.
- **1 piste:** Pelivaralle voidaan asettaa koko rataverkon oletusarvo. Pelivara voidaan esittää ainoastaan joko prosentteina tai minuutteina.
- **0 pistettä:** Pelivaralle ei voida asettaa oletusarvoa.

3. *Järjestelmän löytämät konfliktit voidaan ryhmitellä vakavuusasteen tai tyyppin mukaan.*

- **3 pistettä:** Löydetyt konfliktit voidaan lajitella vakavuusasteen tai tyyppin mukaan. Ei-kriittiset konfliktit voidaan piilottaa väliaikaisesti. Esimerkiksi järjestelmän pääkäyttäjä voi määritellä, miten vakavina eri konfliktit esitetään.
- **2 pistettä:** Löydetyt konfliktit voidaan lajitella vakavuusasteen tai tyyppin mukaan. Ei-kriittiset konfliktit voidaan piilottaa väliaikaisesti. Konfliktien priorisointi on järjestelmätoimittajan näkemyksen mukainen eikä sitä voida muuttaa.
- **1 piste:** Järjestelmä esittää kaikki löydetyt konfliktit yhtenä listana, jota voidaan lajitella prioriteettien perusteella. Ei-kriittisiä konflikteja ei voida piilottaa.
- **0 pistettä:** Järjestelmä esittää kaikki löydetyt konfliktit yhtenä listana, jota ei voida lajitella tai järjestää. Järjestelmä ei pysty priorisoimaan konflikteja eikä vähemmän tärkeitä konflikteja voida piilottaa.

HYÖ / Järjestelmän tekniset ja taloudelliset ominaisuudet

4. *Järjestelmään voidaan tuoda ratatieto jostakin toisesta järjestelmästä ja/tai järjestelmä voi käyttää toiseen järjestelmään tallennettua ratatietoa.*

- **3 pistettä:** Järjestelmään on muissa maissa tuotu toisessa järjestelmässä olevaa ratatietoa esimerkiksi railML- tai XML-rajapinnan yli tai järjestelmä pystyy käyttämään toisessa järjestelmässä olevaa ratatietoa.
- **2 pistettä:** Järjestelmään on muissa maissa tuotu toisessa järjestelmässä olevaa ratatietoa, mutta tämä on vaatinut mm. rajapintojen rakennustyötä.
- **1 piste:** -
- **0 pistettä:** Järjestelmän tietomalli vaatii ratatiedon syöttämistä käsin järjestelmään. Sama koskee ratatiedon ylläpitoa.

5. *Järjestelmätoimittajalla on esittää joukko käyttötapauksia (use cases); mitä enemmän, sen parempi.*

- **3 pistettä:** Käyttötapauksia on suuri joukko ja järjestelmä vaikuttaa esittelytilaisuuden perusteella helppokäyttöiseltä.

XVIII

- **2 pistettä:** Käyttötapauksia on kohtuullisesti ja järjestelmä vaikuttaa esittelytilaisuuden perusteella helppokäyttöiseltä.
- **1 piste:** Käyttötapauksia on vain vähän, mutta järjestelmä vaikuttaa esittelytilaisuuden perusteella helppokäyttöiseltä.
- **0 pistettä:** Käyttötapauksia on vain vähän ja järjestelmä vaikuttaa esittelytilaisuuden perusteella vaikeakäyttöiseltä.

Vaatus on tässä muodossa enemmänkin tarjouskilpailuvaihetta varten. Tässä vaiheessa järjestelmän käytettävyyttä arvioidaan tiettyjen standarditapausten kuten uuden junan lisääminen ja aikatauluviivan siirtämisen avulla.

6. *Järjestelmän elinkaaren vaihe on sopiva: se ei yhtäältä perustu vanhentuneeseen tai vanhentumassa olevaan tai toisaalta epäkypsään tekniikkaan.*

- **3 pistettä:** Järjestelmän nykyinen versio on ollut käytössä 1-2 vuotta ja vaikuttaa siltä, että suurimmat virheet on korjattu ja järjestelmä on sellaisenaan valmis tuotantokäyttöön. Valitut laitteisto- ja ohjelmistoalustat ovat yleisesti käytettyjä ja vakaita.
- **2 pistettä:** Järjestelmän nykyinen versio on otettu käyttöön viimeisen vuoden aikana. Vaikuttaa siltä, että virheitä on esiintynyt, mutta järjestelmätoimittaja haluaa pitää asiakkaat tyytyväisinä.
- **1 piste:** Järjestelmän nykyinen versio on otettu käyttöön viimeisen vuoden aikana. Vaikuttaa siltä, että virheitä on esiintynyt, mutta järjestelmätoimittaja on reagoinut joissakin tilanteissa hitaasti.
- **0 pistettä:** Järjestelmän kehitystyön tila on epäselvä, järjestelmään ei ole tehty päivityksiä viimeisen vuoden aikana tai järjestelmään voi olla tulossa suuri päivitys lähikuukausina, mutta järjestelmätoimittaja ja/tai käyttäjät vaikuttavat epävarmoilta uuden toiminnallisuuden tarpeesta tai päivityksen onnistumisesta, jolloin käyttäjille voi langeta betatestaajan rooli. Järjestelmän laitteisto- ja ohjelmistoalustoihin voi olla tulossa merkittäviä muutoksia.

7. *Järjestelmää on mahdollista käyttää myös offline-tilassa esimerkiksi kannettavassa tietokoneessa. Kun verkkoyhteys palautetaan, tehdyt muutokset synkronoituvat tietokantaan.*

- **3 pistettä:** Järjestelmässä on offline-käyttömahdollisuus.
- **2 pistettä:** -
- **1 piste:** -
- **0 pistettä:** Järjestelmässä ei ole offline-käyttömahdollisuutta.

8. *Järjestelmästä saadaan yleisö- ja kuljettaja-aikataulut helposti muokattavissa muodoissa.*

- **3 pistettä:** Järjestelmän aikataulusuunnittelu- tai siihen läheisesti liittyvä, järjestelmän kauppahintaan kuuluva moduuli tuottaa sekä yleisö- että kuljettaja-aikataulun. Aikataulujen ulkoasun muotoilu ja muu räätälöinti on helppoa ja myös järjestelmän käyttäjä voi tehdä sen.
- **2 pistettä:** Järjestelmän aikataulusuunnittelu- tai siihen liittyvä erikseen ostettava, mutta kohtuuhintainen moduuli tuottaa sekä yleisö- että kuljettaja-aikataulun. Aikataulujen ulkoasun muotoilu ja muu räätälöinti pitää tilata järjestelmätoimittajalta, mutta räätälöintityötä voidaan pitää sekä nopeana että edullisena.
- **1 piste:** Aikataulun tulostamisessa tarvitaan aikataulusuunnittelumoduulin lisäksi erikseen ostettavaa, järjestelmän kalleimpiin osiin kuuluvaa moduulia. Aikataulujen ulkoasun muotoilu ja muu räätälöinti pitää aina tilata järjestelmätoimittajalta eikä järjestelmätoimittajalla ole aiempaa kokemusta räätälöinnistä tai prosessissa on odotettavissa muita ongelmia.
- **0 pistettä:** Järjestelmä tuottaa aikataulutiedoista esimerkiksi tekstitiedoston, jota joudutaan jatkokäsittämään muilla ohjelmilla. Prosessi ei tue WYSIWYG-toimintatapaa.

XIX

Ominaisuus on hyödyllisempi liikennöitsijälle, joten RHK:lle se on vain hyödyllinen.

9. *Järjestelmään voidaan syöttää ratatyövarauksia esimerkiksi ETJ:stä.*

- **3 pistettä:** Järjestelmään voidaan syöttää ratatyövarauksia, jotka näkyvät graafisessa aikataulussa. Järjestelmä tunnistaa ratatöihin liittyvät konfliktit.
- **2 pistettä:** -
- **1 piste:** Järjestelmään voidaan syöttää ratatyövarauksia, mutta ne eivät näy graafisessa aikataulussa. Järjestelmä ei tunnista ratatyövaraukseen liittyviä konflikteja. Konfliktientunnistus on kuitenkin kehitystyön alla.
- **0 pistettä:** Järjestelmään voidaan syöttää ratatyövarauksia, mutta ne eivät näy suorakulmiona graafisessa aikataulussa. Järjestelmä ei tunnista ratatyövaraukseen liittyviä konflikteja eikä toiminnallisuutta olla kehittämässä.

10. *Järjestelmätoimittaja järjestää vuotuista ylläpitokorvausta vastaan virka-aikaan toimivan suomenkielisen tukipalvelun.*

- **3 pistettä:** Järjestelmätoimittaja järjestää vuotuista ylläpitokorvausta vastaan 24/7-tyyppisen suomenkielisen tukipalvelun.
- **2 pistettä:** Järjestelmätoimittaja järjestää vuotuista ylläpitokorvausta vastaan virka-aikaan toimivan suomenkielisen tukipalvelun. Tukipalvelua voidaan laajentaa erillistä korvausta vastaan.
- **1 piste:** -
- **0 pistettä:** Järjestelmätoimittaja ei järjestä suomenkielistä tukipalvelua.

Hyödylliset ominaisuudet / Käyttöliittymä

11. *Järjestelmän piirtämän graafisen aikataulun aika-paikka -akselit voidaan esittää suomalaisen käytännön mukaisesti.*

- **3 pistettä:** Graafisen aikataulun aika-paikka -akselit voidaan esittää suomalaisen käytännön mukaisesti siten, että liikennepaikat ovat y-akselilla.
- **2 pistettä:** -
- **1 piste:** -
- **0 pistettä:** Järjestelmä esittää graafisen aikataulun saksalaiseen tapaan eikä akseleita voida kääntää.

12. *Järjestelmä vaikuttaa helppokäyttöiseltä ja yleisimmin käytetyt toiminnot toimivat nopeasti.*

- **3 pistettä:** Järjestelmä vaikuttaa helppokäyttöiseltä ja yleisimmin käytetyt toiminnot ovat löydettävissä helposti. Järjestelmä vaikuttaa toimivan nopeasti. Käyttäjän on vaikea saada järjestelmää sellaiseen tilaan, jossa jokin toiminto kestää useita minuutteja eikä sitä voida peruuttaa.
- **2 pistettä:** Järjestelmä vaikuttaa helppokäyttöiseltä ja yleisimmin käytetyt toiminnot ovat löydettävissä helposti. Joidenkin toimintojen suoritus voi kestää useita minuutteja eikä käyttäjä voi pysäyttää toimintoa.
- **1 piste:** Käyttöliittymäsuunnitteluun ei ole paneuduttu vakavasti, mutta järjestelmän esittelijä on oppinut käyttämään järjestelmää luontevasti.
- **0 pistettä:** Järjestelmän käyttöliittymä on hyvin vaikeaselkoinen eikä järjestelmän esittelijä osaa käyttää järjestelmää yleisempienkin toimintojen yhteydessä.

Tämä on tärkeä vaatimus etenkin liikenteenohjauksen nopeatempoisessa ympäristössä. Jos järjestelmää käytetään ainoastaan RHK:ssa, vaatimuksesta voidaan tinkiä, jos järjestelmä on muuten hyvä.

13. *Graafisessa aikataulussa käytetyt viivatyypit ja symbolit ovat selkeitä, helposti ymmärrettäviä ja järjestelmän pääkäyttäjän muokattavissa.*

- **3 pistettä:** Järjestelmän pääkäyttäjä voi muokata graafisen aikataulun värejä, viivatyyppejä ja symboleja ilman järjestelmätoimittajan apua. Graafisessa aikataulussa mm. eri junatyypit ja eri liikennöitsijät voidaan esittää erilaisilla viivoilla.
- **2 pistettä:** Graafisen aikataulun värejä, viivatyyppejä ja symboleja voidaan muokata, mutta tässä tarvitaan järjestelmätoimittajan apua. Graafisessa aikataulussa mm. eri junatyypit ja eri liikennöitsijät voidaan esittää erilaisilla viivoilla.
- **1 piste:** Graafisessa aikataulussa on erilaisia värejä, viivatyyppejä ja symboleja mm. erityyppisille junille, mutta niitä ei voi muokata.
- **0 pistettä:** Kaikki junat esitetään samanlaisilla aikatauluviiivoilla.

14. *Graafista aikataulunäkymää voidaan helposti suurentaa tai pienentää käyttäjän haluamalle tarkkuustasolle.*

- **3 pistettä:** Suurennus tai pienennys toimivat portaattomasti.
- **2 pistettä:** -
- **1 piste:** Suurennus tai pienennys toimivat ainoastaan järjestelmätoimittajan etukäteen määrittelemien portaiden perusteella.
- **0 pistettä:** Graafista aikataulua ei voida suurentaa tai pienentää.

15. *Graafisen aikataulun yhteydessä voidaan valita näkyville myös pelkistetty infrastruktuurinäkymä. Graafisen aikataulun ja infrastruktuurinäkymän tulee kuvata samaa aluetta.*

- **3 pistettä:** Järjestelmä voi näyttää infrastruktuurinäkymän yhtäkaa graafisen aikataulun kanssa. Junan kulkutie on korostettu infranäkymään ja sitä voidaan muuttaa hiirellä järjestelmän tehdessä automaattisesti tarvittavat muutokset.
- **2 pistettä:** Järjestelmä voi näyttää infrastruktuurinäkymän yhtäkaa aluetta kuvaavan graafisen aikataulun kanssa. Junan kulkutie on korostettu infranäkymään, mutta sitä ei voida muuttaa hiirellä.
- **1 piste:** Järjestelmä voi näyttää infrastruktuurinäkymän yhtäkaa aluetta kuvaavan graafisen aikataulun kanssa. Junan kulkutietä ei ole korostettu infranäkymään.
- **0 pistettä:** Järjestelmä ei pysty näyttämään infrastruktuurinäkymää ja graafista aikataulua yhtäka.

16. *Junan koko aikatauluviiava voidaan siirtää hiirellä, minkä yhteydessä järjestelmä hakee tarvittavan juna- ja infrastruktuuritiedon ja tekee muutokset aikataulutietokantaan. Aikatauluviiava voidaan muuttaa tarkemmin taulukkonäkymässä.*

- **3 pistettä:** Junan koko aikatauluviiava voidaan siirtää hiirellä, minkä yhteydessä järjestelmä tekee vastaavat muutokset aikataulutietokantaan.
- **2 pistettä:** -
- **1 piste:** -
- **0 pistettä:** Junan aikatauluviiava ei voida siirtää hiirellä, vaan kaikki muutokset on tehtävä aikataulutaulukossa.

Vaatus ei ole pakollinen, koska ominaisuutta ei välttämättä ole kaikissa järjestelmissä. On parempi, jos aikatauluviiava voidaan siirtää vain tietyiltä osin.

“Nice to have” -vaatimukset

NICE / Ratakapasiteetin haku, aikataulujen yhteensovittaminen ja ratatieto

1. Järjestelmä ehdottaa havaituille konflikteille ratkaisua automaattisesti.

- **3 pistettä:** Järjestelmä ehdottaa havaituille konflikteille ratkaisua automaattisesti. Toiminnallisuus sisältyy perusmoduuleihin. Konfliktinratkaisulle voidaan asettaa parametreja.
- **2 pistettä:** Järjestelmä ehdottaa havaituille konflikteille ratkaisua automaattisesti. Toiminnallisuus sisältyy perusmoduuleihin. Konfliktinratkaisun parametreihin ei voida vaikuttaa ilman räätälöintiä.
- **1 piste:** Järjestelmä ehdottaa havaituille konflikteille ratkaisua automaattisesti. Toiminnallisuus on ostettava erikseen. Konfliktinratkaisun parametreihin ei voida vaikuttaa ilman räätälöintiä.
- **0 pistettä:** Järjestelmässä ei ole toiminnallisuutta.

2. Järjestelmässä tai sen lisäosassa on mahdollisuus aikataulun laadun ja toimivuuden testaamiseen simuloinnilla.

- **3 pistettä:** Järjestelmässä tai sen lisäosassa on mahdollisuus aikataulun laadun ja toimivuuden testaamiseen simuloinnilla. Simulointi on helppokäyttöinen. Simulointiajoihin ja tulosten näyttämiseen voidaan antaa useita parametreja.
- **2 pistettä:** Järjestelmässä tai sen lisäosassa on mahdollisuus aikataulun laadun ja toimivuuden testaamiseen simuloinnilla. Simuloinnista saadaan vain vakiomuotoisia raportteja.
- **1 piste:** -
- **0 pistettä:** Järjestelmässä ei ole toiminnallisuutta.

3. Järjestelmässä tai sen lisäosassa on toiminnallisuutta infrastruktuurimuutosten simulointiin.

- **3 pistettä:** Järjestelmässä tai sen lisäosassa on mahdollisuus uuden infrastruktuurin vaikutusten simulointiin. Järjestelmällä voidaan arvioida mm. suojastusvälien lyhentämisen tai kohtausraiteen rakentamisen vaikutusta rataosan välityskykyyn.
- **2 pistettä:** -
- **1 piste:** -
- **0 pistettä:** Järjestelmässä ei ole toiminnallisuutta.

4. Edellämainituista simuloinneista saadaan helposti erimuotoisia tulosteita esim. viestinnän tarpeita varten.

- **3 pistettä:** Tulosteet saadaan tekstitiedostoina mukaanlukien railML, kuvatiedostoina, Excel-tiedostoina sekä PDF-tiedostoina.
- **2 pistettä:** Tulosteet saadaan ainoastaan tekstitiedostoina, mutta niiden jatkokäsittely on helppoa.
- **1 piste:** -
- **0 pistettä:** Järjestelmässä ei ole simulointitoiminnallisuutta tai toiminnallisuudesta saatavien tulosteiden käsittely on vaikeaa.

NICE / Tekniset ja taloudelliset ominaisuudet

5. *Järjestelmästä saadaan yleisöaikataulutuloste, joka on julkaistavissa myös internetissä sellaisenaan.*

- **3 pistettä:** Järjestelmästä saadaan helposti internet-julkaisukelpoinen - HTML, PDF, tai kuvatiedosto - yleisöaikataulu.
- **2 pistettä:** Järjestelmästä saadaan internet-julkaisukelpoinen yleisöaikataulu, mutta sen tekeminen on vaivalloista.
- **1 piste:** -
- **0 pistettä:** Järjestelmästä ei saada internet-julkaisukelpoista yleisöaikataulua.

Toiminto on hyödyllinen etenkin pienelle liikennöitsijälle.

NICE / Käyttöliittymä

6. *Myös muut kuin graafiseen aikatauluun liittyvät käyttöliittymäelementit ovat käyttäjän helposti muokattavissa.*

- **3 pistettä:** Kaikkien käyttöliittymäelementtien värit, kirjasinlajit, viivapaksuudet ja muut tekijät ovat muokattavissa vapaasti. Muokkaus on helppoa.
- **2 pistettä:** Kaikkien käyttöliittymäelementtien värit, kirjasinlajit, viivapaksuudet ja muut tekijät ovat muokattavissa järjestelmätoimittajan sallimissa rajoissa.
- **1 piste:** -
- **0 pistettä:** Järjestelmän käyttäjän on tyydyttävä järjestelmätoimittajan oletusarvoihin, joiden muuttaminen vaatii erillistä räätälöintiä.

Liite 4: Arviointikehikon 3 yksityiskohtaiset tulokset

Arviointikehikon yksityiskohtaiset tulokset esitetään taulukossa 18 ja herkkyys-analyysin tulos taulukossa 19.

Taulukko 18. Arviointikehikko 3:n yksityiskohtaiset tulokset.

Painokertoimet		DB / RUT-K	HaCon / TPS	iRFP / FBS	RMCon / RailSys	Siemens / ROMAN	SMA / Viriato	Vossloh / TrainPlan
Pakollinen ominaisuus	100							
Erittäin hyödyllinen ominaisuus	60							
Hyödyllinen ominaisuus	40							
Nice-to-have -ominaisuus	10							
Pakolliset ominaisuudet								
Vaatusus	Lyhyt kuvaus							
PAK_1	Sekä aikataulukausi että ad-hoc OK	2	0,5	1	1	3	1	3
PAK_2	Konfliktit tunnistetaan ja esitetään	2	3	3	3	1,5	3	2
PAK_3	RHK näkee kaiken, liikenn. vain omansa	0	2	0	0	0	0	2
PAK_4	Helppokäyttöinen kalenteri	2	2	2	0,5	3	3	3
PAK_5	Tiedonsyöttö: oma muoto + internet	2,5	1	1	0	2,5	2	2,5
PAK_6	Tieto ulos yleisesti käyt. muodoissa	1	2	0	3	3	1,5	1
PAK_7	Käyttöliittymä suomen- tai engl.kielinen	0,5	2,5	0,5	2,5	2,5	3	3
Yhteensä tästä osiosta		10,0	13,0	7,5	10,0	15,5	13,5	16,5
Yhteensä (painotetut pisteet)		1000	1300	750	1000	1550	1350	1650
Erittäin hyödylliset ominaisuudet								
Vaatusus	Lyhyt kuvaus							
EH_1	Järj. ehdottaa vapaata slottia	0,5	0,5	3	1	0,5	0,5	0
EH_2	Valmis sovellus kapasiteetin hallintaan	2	0,5	0	0	3	1	3
EH_3	Aikatauluviivassa liikennöitsijätieto	0	1,5	0	0	1	0	1
EH_4	Kapasiteettihakemuksella eri tiloja	1,5	1	0,5	0	2,5	0	1,5
EH_5	Ratapihojen kapasiteetinhallinta	0	1,5	0	0	0	0	0
EH_6	Liikennepaikkojen kapasiteetinhallinta	2,5	2	2,5	3	2	2,5	2
EH_7	Järjestelmä on tietokantapohjainen	2	2,5	0	0	2,5	2	2
EH_8	Arkkitehtuuri selkeästi kuvattu	0	2	0	2	2	1,5	1
EH_9	Järjestelmään tietoa yleisesti käyt. muod.	1	2	1	3	2,5	2	0
EH_10	Useita aikataulu- ja infraversioita	2	3	0,5	3	3	1	1,5
EH_11	Dynaaminen ajoajan laskenta	1	2	2	1,5	3	2	0
EH_12	Raportointityökalu	0	2	0	0	2	0	0
EH_13	TAF-TSI -valmius	0	0	0	0	0	0	0
EH_14	Arkkitehtuurista saatavilla tarkka kuvaus	0,5	1	0,5	1,5	2	2,5	1
EH_15	Järjestelmän toimintavarmuus on hyvä	1	2	1	1	1	2	2
EH_16	Nopeasti saatavilla olevat tukipalvelut	1	1,5	0,5	1	1,5	1	2
EH_17	Järjestelmä on edullinen	0	1	3	1,5	1	3	1
EH_18	Lisenssi- & ylläpitohinnoittelu selkeä	0	1	2	1,5	0	2	0,5
EH_19	Useita ulkomaisia asiakkaita	0	1	2	3	3	3	3
EH_20	Useita IM-asiakkaita	0	0	1	2,5	2,5	3	2
EH_21	Toimittajalla on hyvä maine	2	0	2	2	2	3	2
EH_22	Toimittaja taloudellisesti vakaa	2	1,5	2	2	1,5	2	2
EH_23	Osaa aikatauluviivasta voi siirtää hiirellä	3	2	3	1	1	0	1
EH_24	Järj. saatavana suomenkielisenä	1	3	3	3	3	3	3
Yhteensä tästä osiosta		23,0	34,5	29,5	33,5	42,5	37,0	31,5
Yhteensä kaikista		33,0	47,5	37,0	43,5	58,0	50,5	48,0
Yhteensä kaikista (painotetut pisteet)		2380	3370	2520	3010	4100	3570	3540

Hyödylliset ominaisuudet*Vaatus Lyhyt kuvaus*

HYÖ_1	Vetokalusto- ja vaunutieto järjestelmässä	1,5	2	2	2	2	3	1,5
HYÖ_2	Järjestelmä esittää pelivarat selkeästi	2,5	2,5	0	1	0	0	1
HYÖ_3	Konfliktit voi ryhmitellä (vakavuus/tyyppi)	1	3	0,5	3	0	1	1
HYÖ_4	Muussa järj. olevan ratatiedon käyttö OK	3	2	2	2	1,5	1,5	1,5
HYÖ_5	Useita valmiita käyttötapauksia	0	1	1,5	2	2	2	1,5
HYÖ_6	Järjestelmän elinkaarivaihe sopiva	0	1,5	2,5	3	3	2	2,5
HYÖ_7	Myös offline-käyttö mahdollista	3	3	0	0	3	3	3
HYÖ_8	Yleisö- ja kuljettaja-aikataulut saatavissa	0	1,5	0,5	0	2	1,5	2
HYÖ_9	Ratatyövaraukset saadaan esim. ETJ:stä	1,5	2,5	1,5	2,5	1,5	1,5	2,5
HYÖ_10	Suomenkielinen tukipalvelu virka-aikaan	0	0	0	0	1,5	1,5	0
HYÖ_11	Graafisen aikataulun akselit voi kääntää	3	3	0,5	3	3	3	3
HYÖ_12	Järjestelmä on helppo ja nopea käyttää	1	2	3	2	1	2,5	1,5
HYÖ_13	Graafisen aikataulun symbolit selkeitä	1,5	2,5	2,5	1	1	2	2
HYÖ_14	Graafista aikataulua voi zoomata	0	1	1	3	1	1	3
HYÖ_15	Gr. aikat. yhteydessä myös infranäkymä	3	2	0	3	0	0	1
HYÖ_16	Koko aikatauluviivaa voi siirtää hiirellä	3	3	3	3	3	0,5	3
Yhteensä tästä osiosta		24,0	32,5	20,5	30,5	25,5	26,0	30,0
Yhteensä kaikista		57,0	80,0	57,5	74,0	83,5	76,5	78,0
Yhteensä kaikista (painotetut pisteet)		3340	4670	3340	4230	5120	4610	4740

"Nice-to-have" -ominaisuudet*Vaatus Lyhyt kuvaus*

NICE_1	Automaattinen konfliktinratkaisu	0,5	0,5	0	0	1	0	1
NICE_2	Aikataulun laatua voidaan simuloida	0	2	0	3	2	3	2
NICE_3	Infrastruktuuria voidaan simuloida	0	0	0	3	2,5	3	0
NICE_4	Em. simuloinneista helposti tulosteita	0	0	0	3	2	2	0
NICE_5	Internetissäkin julkaistava yleisöaikat.	0	2	0	0	3	0	0
NICE_6	Kaikki käyttöliittymän osat muokattavia	0	2	0	0	2	0	2
Yhteensä tästä osiosta		0,5	6,5	0,0	9,0	12,5	8,0	5,0
Yhteensä kaikista		57,5	86,5	57,5	83,0	96,0	84,5	83,0
Yhteensä kaikista (painotetut pisteet)		3345	4735	3340	4320	5245	4690	4790
		DB / RUT-K	HaCon / TPS	iRFP / FBS	RMCon / RailSys	Siemens / ROMAN	SMA / Viriato	Vossloh / TrainPlan

Taulukko 19. Herkkyysanalyysin tulos.

1. 100-25-10-1 (100:25:10:1)	1816	2494	1693	2152	2880	2543	2743
2. 100-50-30-10 (10:5:3:1)	2875	4065	2840	3680	4565	4060	4175
3. 200-50-30-10 (20:5:3:1)	3875	5365	3590	4680	6115	5410	5825
4. 150-100-50-30 (5:3½:1½:1)	5015	7220	5100	6645	8225	7265	7275
5. 100-60-40-10 (10:6:4:1)	3345	4735	3340	4320	5245	4690	4790
	DB / RUT-K	HaCon / TPS	iRFP / FBS	RMCon / RailSys	Siemens / ROMAN	SMA / Viriato	Vossloh / TrainPlan